ANEXO 5.4

INFRAESTRUTURA PARA BILHETAGEM ELETRONICA

5.4 INFRAESTRUTURA PARA BILHETAGEM ELETRÔNICA

5.4.1 Introdução

5.4.2 Escopo de Fornecimento

5.4.3 Princípios de Funcionamento e Componentes dos Subsistemas

5.4.4 Requisitos Técnicos e Funcionais

5.4.5 Documentação Para Aprovação do Sistema

5.4.6 Cartões Com Circuito Integrado Sem Contato

5.4.7 Montagem e Instalação

5.4.8 Sobressalentes

5.4.9 Documentação Técnica

5.4 INFRAESTRUTURA PARA BILHETAGEM ELETRÔNICA

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA E FUNCIONAL DOS BLOQUEIOS ELETRÔNICOS EMBARCADOS PARA CARTÕES INTELIGENTES SEM CONTATO E DO SISTEMA GERENCIADOR DA GARAGEM (SGG)

5.4.1 Introdução

A presente especificação tem por objetivo definir os requisitos funcionais básicos e parâmetros mínimos de desempenho a serem obedecidos no projeto, instalação e operação dos equipamentos dos Bloqueios Eletrônicos, AVL e Sistema de Reconhecimento por leitura biométrica, digital e/ou facial, equipamentos de coleta e transmissão de dados a serem instalados nos ônibus e garagens do Sistema de Transporte Coletivo de Passageiros do Município de São Paulo, visando automatizar o controle da arrecadação e fornecer dados estatístico-operacionais necessários ao planejamento das linhas. Estes equipamentos devem ser homologados pela SPTrans.
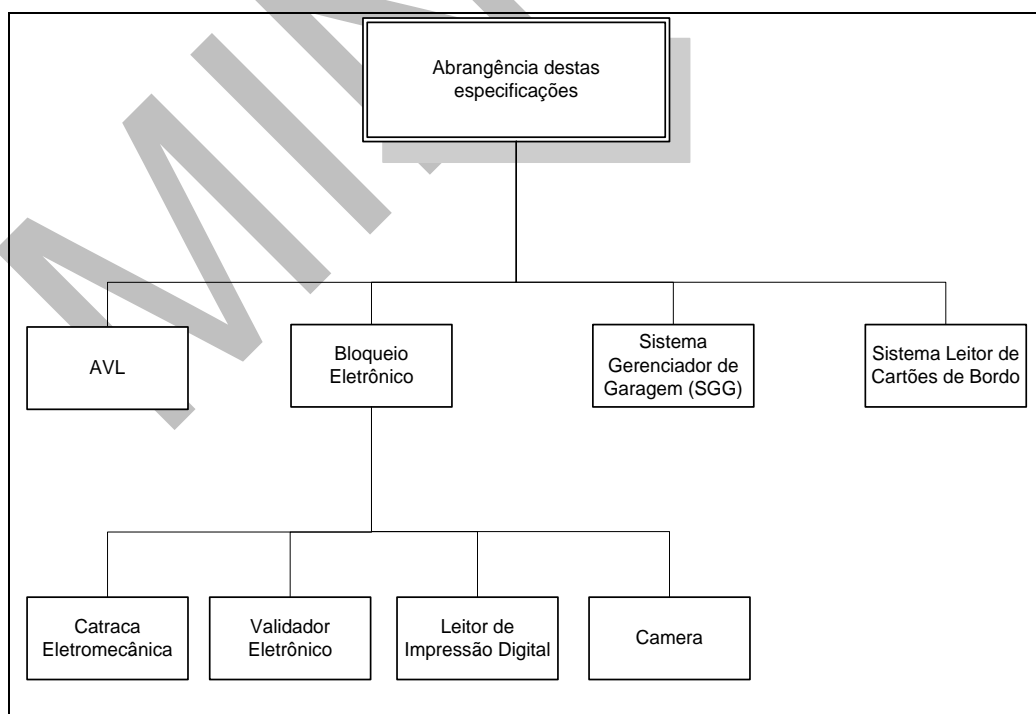
Diagrama 1: **Abrangência das especificações deste documento**

Os subsistemas exibidos no Diagrama 2 serão de responsabilidade das empresas operadoras, cabendo a elas a sua aquisição, operação e manutenção. Os dados coletados e gerados por esses subsistemas deverão ser transmitidos para o Sistema Central instalado na SPTrans.

A finalidade básica da operação integrada desses subsistemas é a de controlar, de forma automática, a cobrança das tarifas, permitir a liberação ou não dos bloqueios eletrônicos, armazenar e transmitir as informações para o Sistema Central, durante a operação comercial dos ônibus.

Como gerenciadora do Sistema de Transporte Municipal, a SPTrans supervisionará todo o processo de implantação dos Bloqueios Eletrônicos, incluindo inspeções periódicas, testes de desempenho dos equipamentos, cronograma de instalação das linhas e regulamentação dos procedimentos operacionais a serem adotados pelas empresas operadoras e fornecedores.

Neste documento denominaremos a empresa operadora do Sistema de Transporte Coletivo simplesmente como OPERADORA e a empresa fornecedora dos Bloqueios Eletrônicos simplesmente como FORNECEDOR.
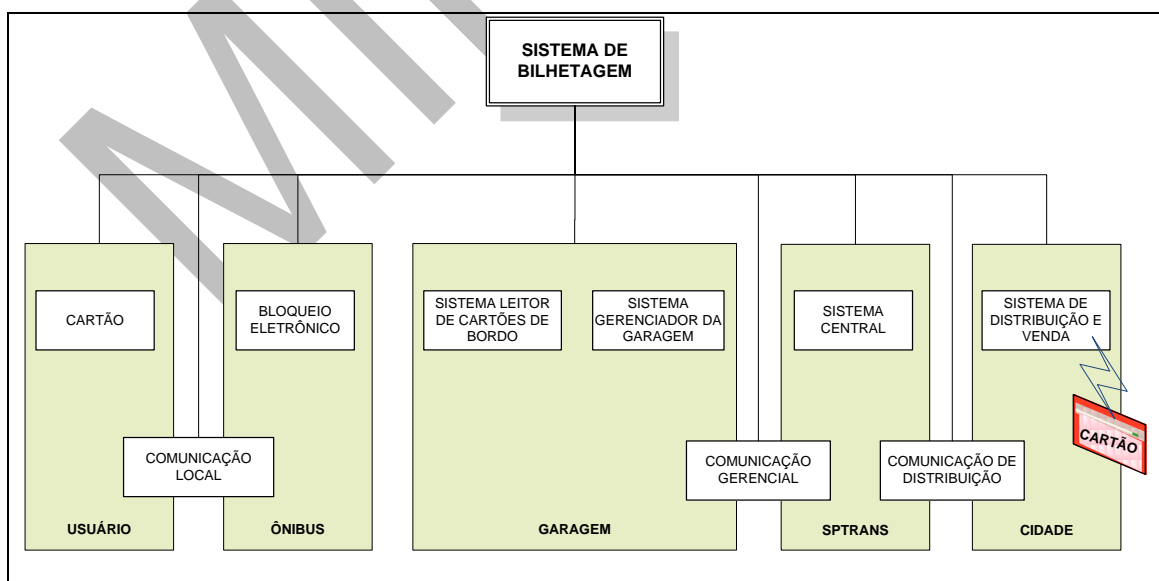
Diagrama 2: **Visão Global do Sistema de Bilhetagem Eletrônica**

5.4.2 Escopo de Fornecimento

O fornecimento deve incluir os produtos e serviços abaixo relacionados, sendo que a contratação dos mesmos deve ser efetivada em até 90 dias, e a entrega dos equipamentos e serviços, devidamente testados, instalados e em funcionamento, deve ser efetivada em até 180 dias da assinatura do contrato da OPERADORA com a SPTrans.

Os produtos abaixo relacionados deverão ser atualizados tecnologicamente a partir do quinto ano de uso, sendo 33% dos equipamentos a cada ano, conforme especificação a ser definida pela SPTrans.

5.4.2.1 Produtos

- **Bloqueio Eletrônico (igual ao número de veículos da frota mais a reserva técnica - montados, instalados e funcionando):**
    - Validador Eletrônico;
    - Catraca Eletromecânica;
    - Equipamentos de reconhecimento biométrico de impressão digital e facial;
    - Dispositivo de Recepção e Transmissão de Dados;
    - Cabos de interligação do sistema no interior do veículo;
    - Equipamentos de manutenção (aquisição opcional);
    - Materiais sobressalentes para manutenção (aquisição opcional);
    - Documentação completa dos sistemas e equipamentos (hardware e software), incluindo procedimentos de instalação, montagem, testes em fábrica, testes em campo, manuais, etc.;
    - Software aplicativo testado e depurado;
    - Módulos de simulação desenvolvidos para testar o software aplicativo;
    - Software básico e de suporte para desenvolvimento e manutenção.

- **AVL – detalhado no documento Tecnologia Embarcada (Anexo 5.3);**

Os equipamentos que compõem o Subsitema AVL devem operar em conjunto com o validador eletronico e está detalhado no Documento 5.3.

Caso um dos equipamentos, validador ou AVL, estejam indisponivel para uso, ou em condições inadequadas de funcionamento, o ônibus estará impossibilitado de prestar serviços. Desta forma o ônibus somente poderá entrar em operação em condições de pleno funcionamento dos equipamentos embarcados.

- **Sistema de Gerenciamento da Garagem - SGG (um por garagem - montado, instalado e funcionando):**
    - Equipamentos de Processamento e Armazenamento de Dados;
    - Concentrador de Dados;
    - Infraestrutura de Hardware e Software de Recepção e Transmissão de Dados compatível com o sistema de comunicação do Validador Eletrônico;
    - Painéis de Controle;
    - Console de Operação / Manutenção;
    - Interface Homem x Máquina (manuseio / operação do conjunto);
    - Cabos de interligação do sistema;
    - Equipamentos de manutenção (aquisição opcional);
    - Materiais sobressalentes para manutenção (aquisição opcional);
    - Documentação completa dos sistemas e equipamentos (hardware e software), incluindo procedimentos de instalação, montagem, testes em fábrica, testes em campo, manuais, etc.;
    - Software aplicativo testado e depurado;

- Módulos de simulação desenvolvidos para testar o software aplicativo;
- Software básico e de suporte para desenvolvimento e manutenção.
- Alimentação com características “no break” para os equipamentos integrantes do SGG.
- Gerador de energia elétrica.

- **Sistema Leitor de Cartões de Bordo (mínimo de um por garagem – montado, instalado e funcionando)**

    - Equipamentos de Processamento e Armazenamento de Dados;
    - Impressora;
    - Antena de comunicação com o cartão de bordo;
    - Cabos de interligação do sistema;
    - Painel de controle (se necessário);
    - Console de Operação / Manutenção;
    - Interface Homem x Máquina (implementada no software aplicativo);
    - Equipamentos de manutenção (aquisição opcional);
    - Materiais sobressalentes para manutenção (aquisição opcional);
    - Documentação completa dos sistemas e equipamentos (hardware e software), incluindo procedimentos de instalação, montagem, testes em fábrica, testes em campo, manuais, etc.;
    - Software aplicativo testado e depurado;
    - Software básico e de suporte para desenvolvimento e manutenção;
    - Alimentação com características “no break”.
    - Gerador de energia elétrica.

5.4.2.2 Serviços

- **Para Garagens:**
  - Apresentação e entrega do Projeto Funcional e Executivo;
  - Projetos de instalação e aterramento dos equipamentos que compõem o SGG (dispositivos de transmissão, concentradores de dados, microcomputadores, etc.);
  - Projetos de caminhamento de cabos de comunicação e alimentação;
  - Execução da instalação, aterramento e montagem dos equipamentos completos no SGG;
  - Instalação da infraestrutura de comunicação dos dados dos validadores eletrônicos instalados nos ônibus e do sistema captura biométrica de impressão e/ou facial ao SGG.
  - Treinamento de operação, manutenção em hardware e software;
  - Execução e participação nos testes de fábrica, instalação, aterramento e aceitação;
  - Integração dos subsistemas controlados;
  - Acompanhamento da operação assistida, incluindo a manutenção dos equipamentos do sistema;
  - Eliminação total das pendências do sistema.
  - As OPERADORAS deverão realizar a contratação dos serviços de comunicação 3G ou superior com uma única operadora de telefonia movel conforme as especificações dos equipamentos e diferente da operadora de telefonia movel definido no Anexo 5.3 – Tecnologia Embarcada, de forma a garantir o contingencimento do serviço de comunicação.
  - A contratação do FORNECEDOR de equipamentos para a atualização dos softwares aplicativos, dentre outros o software aplicativo do validador, SGG, Sistema de Comunicação até o Data Center, Sistema de Leitor de Cartão de Bordo.

- A OPERADORA deverá manter contratos de manutenção, diretamente com o FORNCEDOR, de todos os componentes pertinentes a esta especificação tecnica.

5.4.3 Princípios de Funcionamento e Componentes dos Subsistemas

As necessidades funcionais dos subsistemas desta especificação são descritas nos itens seguintes deste documento:

5.4.3.1 Bloqueio Eletrônico

Os Bloqueios Eletrônicos devem ser instalados em toda frota da garagem, cuja função básica é verificar se o cartão apresentado pelo passageiro o autoriza a viajar. Em caso afirmativo liberar a Catraca Eletromecânica e, em caso negativo emitir as sinalizações adequadas (visuais e sonoras), registrar o evento conforme regras de negocio e manter a catraca travada.

O Bloqueio Eletrônico trabalha a partir de dados lidos no cartão do passageiro em função dos parâmetros operacionais existentes na sua memória.

O Bloqueio Eletrônico é composto dos seguintes elementos funcionais:

- **Validador Eletrônico**

O validador efetua a leitura e gravação automática nos cartões sem contato (*Contactless Smart Cards*) dos passageiros e processa toda a lógica de controle existente mencionada anteriormente. O Validador Eletrônico emite comandos de liberação ou travamento para a Catraca Eletromecânica, autorizando ou não a passagem.

O Validador Eletrônico armazena em sua memória interna todas as transações que realiza com os cartões dos passageiros e as transmite ao SGG quando o ônibus é recolhido para a garagem ao final de sua operação comercial.

Para receber e transmitir dados para o SGG, o Validador Eletrônico deve possuir um sistema de comunicação confiável, robusto e rápido, que não

apresente problemas quando vários veículos retornam à garagem ao mesmo tempo, após os horários de pico de demanda de passageiros.

O Validador Eletrônico, além de ler dados e decrementar créditos do cartão do passageiro, também pode registrar informações sobre a viagem que está sendo realizada.

O validador deverá possuir a certificação da Anatel – Agência Nacional de Telecomunicações para todos os itens de telecomunicação.

- **Catraca Eletromecânica**

Catraca Eletromecânica de 3 (três) ou 4 (quatro) braços, comandada pelo Validador, com dimensões conforme a Resolução 01/93 do CONMETRO.

- **Equipamento para Transmissão de Dados entre o Validador e SGG**

Instalados nos ônibus da frota, devem utilizar tecnologia de rádio-freqüência no padrão Wifi 802.11n. Executam a função de transmitir as informações de atualização para os validadores (parâmetros enviados pelo computador central), e enviar os dados coletados pelos validadores para o Sistema Gerenciador da Garagem (SGG).

- **Programas Aplicativos**

Software aplicativo de processamento, armazenamento e transmissão de todas as informações necessárias para a operação do validador.

O FORNECEDOR deve, com as informações destes documentos, projetar um sistema Bloqueio Eletrônico com recursos funcionais e capacidade de processamento suficiente para receber posteriormente qualquer aplicação que possa ser definida.

- **Acessórios**

Fonte de alimentação, cabos e conexões para ligação do Validador Eletrônico à Catraca Eletromecânica e ao Dispositivo de Transmissão de Dados.

- **Biometria de Impressão Digital**

Deverá existir no validador leitor biométrico de impressão digital a ser utilizado na validação dos cartões de usuários com benefícios, tendo a possibilidade de leitura e comparação com diferentes dedos.
A SPTrans definirá posteriormente um único modelo de biometria a ser utilizado por todo o sistema de transporte.
A OPERADORA absorverá todos custos envolvidos para implantação do leitor biometrico de impressão digital nos ônibus.

- **Câmera**

O validador deverá dispor de câmera instalada no ambiente interno do ônibus com as seguintes características:

- Qualidade fotográfica mínima com padrão VGA, resolução 640x480;
- Possibilitar o foco ao usuário com incidência de forte de luz solar, utilizando a função BLC (Back Light Compensation) ou compensação de luz de fundo;
- A lente deverá neutralizar o excesso de luz sem escurecer a imagem proveniente da parte interna do veículo;
- Uso de iluminação infravermelha integrada ou sensibilidade suficiente de forma a garantir a perfeita identificação visual da imagem obtida;
- A câmera deverá prever um angulo de abertura suficiente, considerando diferenças de altura/posição do usuário, com adequações automáticas de foco;
- As imagens fotográficas poderão ser gravadas em dispositivo de memória interna com no mínimo 1 Gbytes expansivel até 4 Gbytes ou externa a câmera, durante até 5 dias, capturando 5 frames, sendo 2 antes, 1 na apresentação do cartão e 2 após;
- A câmera deverá gerar imagens no formato compactado do tipo jpeg vinculando-as ao número do cartão do usuário;
- A câmera poderá ser fornecida como dispositivo separado ou integrado ao validador.

5.4.3.2 AVL (Automatic Vehicle Location)

Este equipamento está detalhado no item 5.3 - Sistema de Monitoramento deste edital, funcionando de forma integrada ao Validador e como parte integrante do Bloqueio Eletronico.

5.4.3.3 Sistema Gerenciador da Garagem (SGG)

O Sistema Gerenciador da Garagem deve ser instalado na garagem onde os ônibus, que operam comercialmente com Bloqueios Eletrônicos, são recolhidos diariamente. Sua função principal é de servir como ligação da comunicação entre os Bloqueios Eletrônicos instalados nos ônibus e o Sistema Central do Sistema de Bilhetagem Eletrônica instalado nas dependências da SPTrans.

O SGG tem a função de gerenciar todo movimento operacional da garagem, pois nele transitam todas as informações relevantes para esta atividade. Por isso, deve agregar as aplicações necessárias para esse gerenciamento, devendo emitir relatórios configuráveis sobre os dados de arrecadação e estatístico-operacionais coletados dos validadores.

O SGG recebe arquivos de **configuração operacional,** diariamente do Sistema Central, devidamente certificados pelo SAM**.** Estes arquivos contêm, entre outros, os parametros de validador, lista de recarga, lista vermelha de cartoes. Alem destes arquivos, recebe tambem, os arquivos contendo as atualizações do software aplicativo do validador. Esses arquivos devem ser retransmitidos para os Bloqueios Eletrônicos instalados nos ônibus da frota da garagem.

O SGG deve receber, diariamente, todos os arquivos de **serviço operacional** devidamente certificados pelo SAM , os arquivos de reconhecimento biométrico digital e os arquivos de fotos, gerados durante a operação comercial dos bloqueios eletrônicos instalados nos ônibus, nos pontos de parada e nos terminais de embarque. Esta recepção de dados é realizada quando o ônibus retorna para a garagem no final de seu serviço operacional. Todos estes arquivos devem ser enviados para SPTrans.

Esses arquivos armazenam as informações sobre as viagens realizadas pelos passageiros do veículo, como também os registros de meias viagens e abertura e fechamento de serviço e as imagens biométricas digitais e faciais.

O SGG deve enviar diariamente para o Sistema Central da SPTrans, todos dos arquivos de **serviço operacional**, sendo que os dados das transações do bilhete único devem ser devidamente certificados pelo SAM, recebidos dos veículos (um a um) da frota da .

O SGG é funcionalmente conectado ao Sistema Leitor de Cartão de Bordo, de forma a poder realizar consistência entre os dados recebidos dos Validadores e os dados recebidos dos cartões de bordo.

O SGG deve enviar arquivos para o Sistema Central sobre diagnósticos realizados nos equipamentos do Sistema de Bilhetagem Eletrônica instalados na garagem, bem como os de alarmes emitidos.

O SGG deve armazenar os dados recebidos dos Bloqueios Eletrônicos em um banco de dados de arquitetura aberta, para que esses possam ser acessados por qualquer Sistema Gerenciador de Banco de Dados existente nas garagens e possibilitar a consulta e emissão de relatorios operacionais.

O SGG sincroniza a data e horário de todos os Bloqueios Eletrônicos dos ônibus da garagem, e deve estar sincronizado com o Sistema Central da SPTrans, com precisão de 1 minuto para mais ou para menos.

Os principais elementos construtivos do SGG são representados no Diagrama 3, e descritos nos itens seguintes.
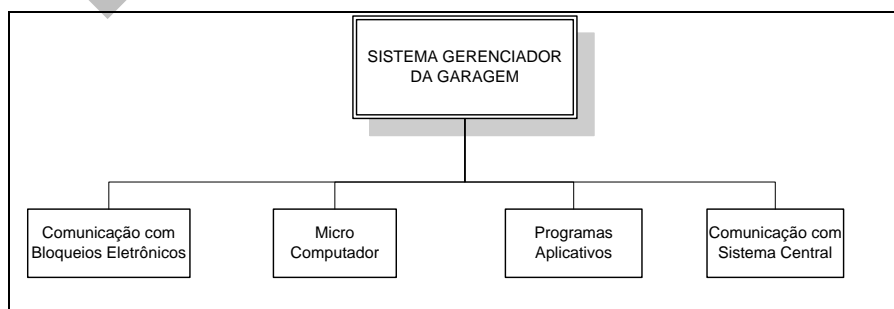
Diagrama 3 **Componentes do Sistema Gerenciador da Garagem**

- **Microcomputador**

Instalado nas garagens para armazenamento e processamento dos dados coletados dos validadores e emissão de relatórios, com configuração compatível com as aplicações a serem processadas, tendo no mínimo:

- uma unidade central de processamento tipo Pentium DUAL CORE com 4 GB de memória RAM ou superior;
- um monitor de vídeo colorido;
- uma unidade de disco rígido de 500 GB ou superior;
- teclado alfanumérico;
- mouse;
- uma impressora;
- relógio de tempo real assistido, com atualização independente do sistema operacional do microcomputador;
- interface de comunicação com os receptores / transmissores de dados instalados na garagem;
- modem para transmissão de dados para o computador central da SPTrans;
- cabos, conexões, no-break e gerador de energia elétrica.

- **Comunicação com Bloqueios Eletrônicos**

Equipamentos utilizados para receber e transmitir os dados entre o computador da garagem (SGG) e os validadores instalados nos veículos. Devem utilizar tecnologia de radiofrequência no padrão Wifi 802.11n.

- **Comunicação com o Sistema Central**

Equipamentos utilizados para receber e transmitir os dados entre o computador da garagem (SGG) e o Sistema Central localizados no Data Center disponibilizado pela SPTrans.
A empresa Operadora de Transporte é responsavel pela entrega dos dados gerados pela operacao nos equipamentos especificados ao

sistema central da SPTrans englobando o atual software do sistema de comunicação entre a garagem e o Data Center.

A eventual perda destas informações é de inteira responsabilidade da Empresa Operadora, cabendo a ela todo o contingenciamento do processo de geração das informações.

O sistema de comunicação deve permitir a implementação de qualquer tipo de protocolo de comunicação definido pela SPTrans. A estrutura de arquivos trocados entre o Sistema Central e o SGG é variável e definida pela SPTrans.

- **Programas Aplicativos**

Devem ser constituídos pelos seguintes módulos:

- módulo para controle e gerenciamento dos dados recepcionados e transmitidos;
- módulo para processamento dos dados coletados nos validadores e consulta / emissão de relatórios estatístico-operacionais da garagem;
- módulo para compactação, assinatura, criptografia e envio dos dados para a SPTrans, no formato por ela indicado.
- módulo de diagnóstico dos equipamentos do Sistema de Bilhetagem Eletrônica instalados na garagem, emitindo relatórios sobre a condição de cada equipamento e emitindo alarmes quando detectar falha em algum equipamento existente.

5.4.3.4 Sistema Leitor de Cartões de Bordo

O cartão de bordo é um cartão operacional que fica em posse do cobrador do ônibus com Bloqueio Eletrônico instalado. Ele serve para que o cobrador libere as passagens pela catraca dos passageiros que não possuem cartões eletrônicos próprios e as gratuidades. O cartão de bordo também armazena as totalizações de passageiros no veículo por tipo de cartão.

O Sistema Leitor de Cartão de Bordo tem a função de ler o cartão do cobrador na Recebedoria da empresa OPERADORA a fim de viabilizar o acerto de contas.

O sistema deve emitir relatórios configuráveis para que a recebedoria da OPERADORA possa realizar com maior agilidade suas atividades, como, por exemplo, boletos referentes às transações de um determinado cartão, ou emissão de relatórios diários relativos à utilização dos cartões de bordo (por data, por cartão, por linha, por veículo, por horário de serviço, etc.).

O sistema deve possuir um módulo gerenciador para associação dos cobradores aos cartões de bordo em seu poder. Este módulo associado ao leitor automatiza as atividades da recebedoria no momento do acerto de contas.

O sistema deve armazenar os dados recebidos dos cartões de bordo dos cobradores em banco de dados de arquitetura aberta para que possam ser acessados por qualquer sistema que exista na garagem.

O sistema deve estar funcionalmente conectado ao SGG para que haja consistência entre os dados recebidos dos cartões de bordo e os dados recebidos do validador eletrônico.

O movimento diário da prestação de contas através do cartão de bordo deve ser enviado para a SPTrans, em um arquivo devidamente assinado pelo SAM.

O sistema deve possibilitar a habilitação de cartões de bordo para nova utilização pelos cobradores ou outros agentes operacionais.

Os principais elementos construtivos do Sistema Leitor de Cartão de Bordo são representados no Diagrama 4, e descritos nos itens seguintes.
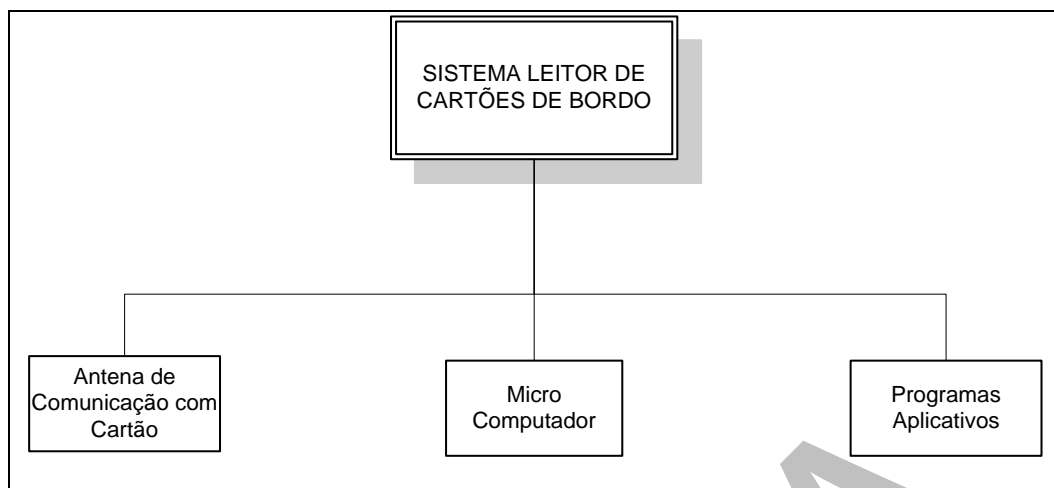
Diagrama 4 **Componentes do Sistema Leitor de Cartões de Bordo**

- **Antena de Comunicação com os Cartões de Bordo**

A antena leitora para cartões com circuito integrado sem contato, acoplada ao microcomputador, deve ser compatível com ISO 14443 – tipo A/B.

- **Microcomputador**

A configuração do microcomputador deve ser compatível com as aplicações a serem processadas, tendo no mínimo:

  - Uma unidade central de processamento tipo Pentium DUAL CORE, 2 GB de memória RAM ou superior;
  - um monitor de vídeo colorido;
  - uma unidade de disco rígido de 320 GB ou superior;
  - teclado alfanumérico;
  - mouse;
  - interface com a leitora de cartões;
  - uma impressora;
  - cabos, conexões e no-break.

- **Programas Aplicativos**

Devem ser constituídos dos seguintes módulos:

- módulo de leitura do cartão de bordo: coletar os dados do cartão de bordo, organizá-los em uma estrutura de dados conhecida e emitir boletos de prestação de contas;
- módulo de controle e gerenciamento dos dados: processamento dos dados coletados do cartão de bordo e consulta / emissão de relatórios de prestação de contas e estatístico-operacionais na garagem;
- módulo de comunicação: compactação, assinatura, criptografia e comunicação dos dados para a SPTrans, no formato por ela indicado.

5.4.4 Requisitos Técnicos e Funcionais

Os elementos do Sistema de Bilhetagem Eletrônica relevantes para as considerações técnicas descritas neste documento estão apresentados no Diagrama 5, e as especificações definidas nos itens seguintes estão associadas a esta organização estrutural.
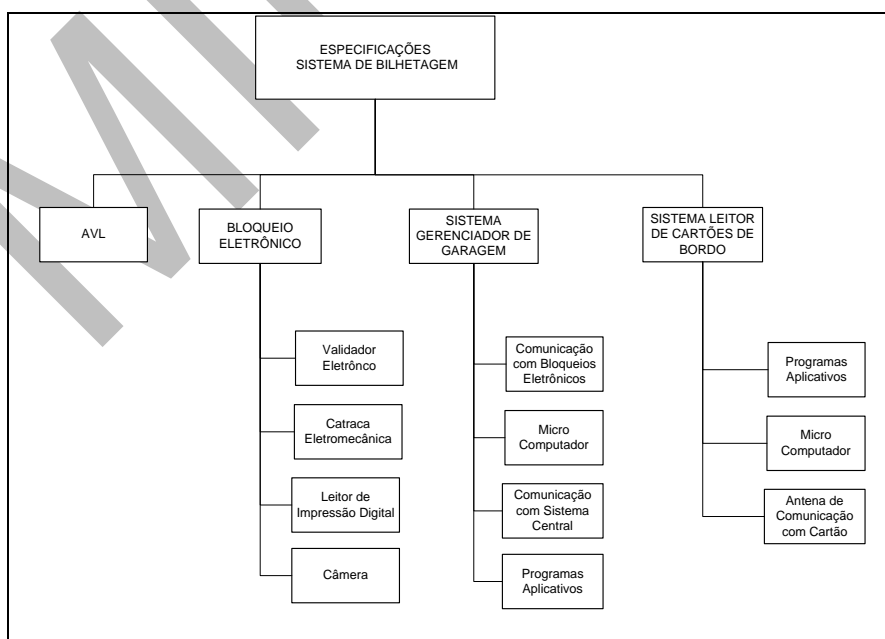
Diagrama 5 **Componentes do Sistema de Bilhetagem Eletrônica**

5.4.4.1 Requisitos Gerais

Todos os sistemas desta especificação devem ser projetados de forma a permitir operação contínua (24 horas por dia) sem qualquer alteração de suas características.

Deverão existir autodiagnósticos para detecção de falhas em qualquer um dos subsistemas especificados, com sinalização visual ou emissão de alarmes na própria unidade de processamento do subsistema.

Qualquer defeito em uma das partes do sistema não deve provocar, em nenhuma hipótese, a perda ou alteração de informações do Sistema de Bilhetagem Eletrônica.

O equipamento validador será comercializado, inicialmente, sem o dispositivo biométrico, sendo que após análise de campo, dos vários tipos de leitoras existentes, será definido pela SPTrans um único equipamento a ser adquirido pelas operadoras de ônibus, com tempo determinado para que cada empresa de validador possa adaptar o seu modelo adquirido.

O equipamento de leitura de biometria de impressão digital poderá ser apresentado como dispositivo separado ou integrado ao validador.

A SPTrans, a qualquer tempo, poderá optar por um único tipo de leitora biométrica, cabendo ao FORNECEDOR adaptar o seu equipamento às novas necessidades.

5.4.4.2 Configuração

Além da redundância dos equipamentos essenciais à operação - como dispositivos de comunicação de dados, unidades de armazenamento de dados, etc. - a configuração proposta deve atender requisitos de conectividade e modularidade.

A modularidade deve garantir a evolução posterior do sistema, seja visando aumento de sua capacidade, seja para substituição de partes obsoletas.

Os equipamentos (unidades de processamento e armazenamento, periféricos e concentradores de dados, etc.) que fizerem parte da configuração devem ser os modelos mais recentes, devendo ser considerada a não obsolescência em médio prazo (aproximadamente 5 anos), a confiabilidade e a disponibilidade de sobressalentes no mercado.

Deve-se dar preferência a equipamentos de arquitetura aberta.

5.4.4.3 Confiabilidade e Disponibilidade

O FORNECEDOR deve apresentar uma análise de confiabilidade para o sistema e para cada um dos equipamentos, com valores de MTBF, MCBF, disponibilidade, bem como os critérios e métodos adotados para obtê-los.

Os equipamentos que compõe o SGG e o Sistema Leitor de Cartão de Bordo devem apresentar uma disponibilidade de 98% de forma que nenhuma falha simples acarrete a perda total das funções executadas por um período superior a 15 minutos, de modo a preservar a continuidade da operação.

Cada equipamento que compõe o sistema instalado no SGG e no Sistema Leitor de Cartão de Bordo deve ter MTBF mínimo de 15.000 horas. Deve ser considerada para efeito desses cálculos qualquer falha simples.

As diversas partes que compõem o Bloqueio Eletrônico devem atender aos seguintes valores de confiabilidade:

- Partes Elétricas e Eletrônicas do Validador e da Catraca: devem atingir, no mínimo, MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) de 15.000 (quinze mil) horas e MCBF (Média de Ciclos Entre Falhas) de 700.000 (setecentos mil) ciclos para os validadores eletrônicos.
- Partes mecânicas e eletromecânicas da catraca: devem atingir, no mínimo, MCBF (Média de Ciclos Entre Falhas) de 500.000 (quinhentos mil) ciclos.

O **MCBF** e o **MTBF** são calculados pelas expressões:

$$MCBF = \frac{CL}{NF} \qquad MTBF = \frac{TU}{NF}$$

Onde:

CL = soma dos ciclos de utilização dos equipamentos (número de cartões processados);
TU = soma dos tempos úteis de funcionamento dos equipamentos;
NF = número de falhas observadas e confirmadas após análise.

5.4.4.4 Validadores Eletrônicos

- **Características Gerais**

Os Bloqueios Eletrônicos a serem instalados nos ônibus são compostos de 4 componentes: o Validador Eletrônico, Catraca Eletromecânica, Equipamentos de Reconhecimento Biométrico Digital e Câmera, conforme representado no Diagrama 5.

O Validador Eletrônico é o componente responsável pela leitura / escrita de informações codificadas nos cartões com circuito integrado sem contato dos usuários e, por meio de circuitos lógicos eletrônicos pré-programados tomar a decisão de controle compatível com os dados processados.

O resultado de uma operação entre o cartão do passageiro com direito de passagem e o Validador Eletrônico será: uma ordem de destravamento da catraca; débito no cartão (operação de escrita no cartão); registro das transações na memória do equipamento; apresentação de mensagem no painel alfanumérico, indicando ao usuário as características particulares da transação conforme o tipo de cartão utilizado; o acionamento das sinalizações luminosas do bloqueio; e, emissão sonora de alarmes.

O Validador Eletrônico também opera com cartões operacionais que ficam em posse dos operadores dos veículos (cobrador, fiscal, etc.), recebe e transmite informações para o SGG, e pode receber e transmitir informações para outros dispositivos instalados no interior do veículo

(outro Validador, por exemplo) através de uma porta de comunicação serial.

Os arquivos, tanto operacionais como de aplicação, que são transmitidos para o Validador Eletrônico devem conter uma assinatura de certificação efetuada pelo Sistema Central. Esta assinatura de certificação é conferida pelo modulo SAM e, se não aceita, o arquivo a ser recebido é rejeitado e uma mensagem adequada é transmitida ao SGG.

O validador poderá receber solicitações de outros dispositivos instalados no ônibus para armazenamento de dados na memória do Validador, através da interface adequada. Estes dados podem ser posteriormente transmitidos para o SGG juntamente com os arquivos de serviço. Da mesma forma, arquivos armazenados no validador podem ser transmitidos para outros dispositivos instalados no ônibus.

O Diagrama 6 apresenta a organização funcional dos componentes notáveis do Validador.

- **Estados Operacionais dos Validadores**

Os Validadores Eletrônicos instalados nos ônibus podem apresentar diferentes estados operacionais que são sempre anunciados no painel alfanumérico dos mesmos. São os estados operacionais possíveis:

> **Fechado**: este é o estado operacional dos validadores quando os veículos estão estacionados nas garagens. Neste estado, o validador pode comunicar-se com o SGG e, assim, receber arquivos de configuração ou enviar arquivos de serviço. Para entrar neste estado, o agente operacional deve passar um cartão operacional de "***fechamento de serviço"*** na frente da antena de leitura do validador. Ainda nesse estado, o validador não processa os cartões dos usuários e a catraca fica travada.
>
> A carga do software aplicativo deverá ser realizada na garagem por transmissão remota sem fio no padrão Wifi 802.11n e/ou com fio no padrão Ethernet 10/100.
>
> **Aberto**: este é o estado operacional que os validadores processam os cartões dos usuários e os cartões operacionais dos

agentes (cartão de bordo, fechamento de meia viagem, etc.), sendo que a catraca permanece sempre travada para passagem no sentido oposto (saída). Haverá também atualização de dados das listas de recarga embarcada e lista vermelha com serviço aberto do validador, utilizando 3G ou superior, ao longo do trajeto do veículo. Essa tecnologia poderá ser utilizada, para transmissão dos demais dados, por exemplo, fotos armazenadas, desde que não haja prejuízo no tempo de transação do cartão do usuário.

Alerta: o validador entra automaticamente neste estado quando existe algum problema interno detectado pelo módulo de diagnóstico do seu processamento interno. Nesta condição, o validador precisa de assistência técnica e não pode processar os cartões dos usuários. A catraca permanece travada.

Alguns exemplos de problemas: perda de parâmetros operacionais, memória cheia, falta de comunicação com a catraca eletromecânica, etc.

Teste:informa ao validador que a partir daquele instante, todos os cartões estarão operando no modo teste, e, portanto não serão apropriados para remuneração.

Uma nova apresentação deste cartão encerra o estado de teste do validador, voltando este à operação normal.

Desligado: a catraca deve permanecer travada em ambos os sentidos. Quando do restabelecimento de energia, o validador deve retornar ao estado operacional em que se encontrava anteriormente.

A SPTrans poderá, a seu critério, definir outros estados operacionais que se façam necessários.

Ressalta-se que as sinalizações existentes no Validador Eletrônico - painel alfanumérico e sinalizador visual - devem indicar claramente ao usuário ou agente de inspeção o estado operacional em que se encontra o bloqueio.

- **Processamento e Memória**

O validador deverá possuir capacidade de processamento e memória, considerando sistema operacional, aplicação e armazenamento de dados, com capacidade de suportar, no mínimo:

- 4 milhões de registros para recarga embarcada com aproximadamente 64 bytes cada registro;
- 700 mil cartões na lista vermelha com 20 Bytes cada registro (lista de cartões bloqueados / não autorizados);
- 700 mil cartões em listas diversas com 20 Bytes cada registro;
- 10 mil registros/dia de utilização com aproximadamente 150 bytes cada;
- Arquivos de parâmetros de validador, tabelas de linhas, totalizando aproximadamente 100 Kbytes;

As memórias deverão ser alimentadas por bateria interna que garanta a segurança dos dados por, no mínimo, 5 anos.

Todas as informações referentes ao processamento dos cartões e falhas eventualmente ocorridas no transcorrer da operação deverão permanecer gravadas na memória do validador, ainda que haja interrupção no fornecimento de energia, até que sejam coletadas. Os dados de utilização deverão ser gravados em mais de um lugar para garantir contingenciamento. A capacidade de memória deverá permitir o armazenamento dos dados acumulados por um período equivalente a, no mínimo 5 (cinco) dias de operação, de tal forma que, sempre sejam recuperados os dados estatístico-operacionais de cada dia em separado. Estes dados deverão permanecer armazenados no validador, mesmo após terem sido coletados pelo SGG.

O cartão de memória, tipo SDCard, somente poderá ser utilizado para armazenamento de dados resultantes do processamento, tais como: fotos e dados de utilização. Esse tipo de dispositivo não poderá ser utilizado no processo de efetivação da transação de cartão.

Memória Adicional

Em adicional à necessidade apontada acima, o equipamento deverá ter capacidade para armazenar 1 (um) GByte em fotos, com expansão até 4

GBytes, podendo ser guardadas em cartões de memória ou dispositivos exclusivos nas câmeras. A capacidade de memória deverá permitir o armazenamento dos dados acumulados por um período equivalente a, no mínimo 5 (cinco) dias de operação, de tal forma que sempre sejam recuperados os dados de cada dia em separado. Estes dados deverão permanecer armazenados no validador, mesmo após terem sido coletados pelo SGG.

- **Comunicação do Validador**

O validador deverá possuir comunicação de dados de modo a possibilitar:

- envio/recebimento de dados para dispositivo de transmissão remota sem fio, nas garagens de ônibus, com tecnologia baseada em radiofrequência, no padrão Wifi 802.11n;
- Atualização de dados de lista vermelha com serviço aberto do validador, utilizando 3G ou superior, ao longo do trajeto do veículo. Essa tecnologia poderá ser utilizada, para transmissão dos demais dados, por exemplo, fotos armazenadas, desde que não haja prejuízo no tempo de transação do cartão do usuário;
- A carga na garagem do software aplicativo para todos os dispositivos deverá ser realizada por transmissão remota sem fio no padrão Wifi 802.11n e/ou com fio no padrão Ethernet 10/100;
- O validador deverá ser compatível com a comunicação NFC;

A rede de comunicação suportada pelo validador deverá garantir total integridade, autenticidade e confiabilidade dos dados transmitidos, de modo que usuários externos a garagem não consigam acesso.

- **Interfaces de Comunicação do Validador**

O validador deverá possuir interfaces de comunicação para:

- 1 (uma) porta livre serial RS 232;
- 1 (uma) porta serial RS 232 para comunicação com o leitor biométrico a ser definido pela SPTrans;
- 1 (uma) porta livre serial RS 485;

- 2(duas) portas livres USB 2.0 ou superior;
- 1 (uma) porta livre Ethernet 10/100;
- 4 (quatro) slots para SAMCard no padrão ID000, conforme ISO 7816;
- 2(dois) slots para módulos SAM PIC , padrão PLCC44, código PIC17C44.
- 1 (um) slot para SIMCard no padrão ID000, conforme ISO 7816;
- 1 (uma) interface de comunicação para liberação da catraca eletro-mecânica.

As interfaces externas deverão ser protegidas contra acessos físicos indevidos.

A porta RS485 mencionada acima será utilizada como interface de comunicação com o equipamento AVL objeto de fornecimento aparte.

O validador e o AVL serão integrados por software através de protocolos a serem definidos posteriormente.

- **Módulo de Segurança de Operações – SAM**

A interface de comunicação do validador deverá suportar *slots* para Módulos de Segurança (SAM – *Security Access Module*) que permitam a gravação das chaves secretas de acesso ao cartão, de forma inviolável. Estas chaves, utilizadas no procedimento de autenticação mútua entre o cartão e a leitora, são transmitidas via radiofrequência, de forma criptografada, possibilitando as operações de leitura / gravação nos cartões. A interface deverá possuir ainda, as seguintes características:

- Permitir fácil acesso ao módulo de segurança, possibilitando rapidez na sua instalação ou remoção em campo, sem necessidade de desmontar ou desconectar cabos e módulos eletrônicos;
- Não permitir a operação do validador sem o módulo de segurança inserido no local apropriado;
- As comunicações entre o módulo de segurança (SAM) e o restante da interface devem ser criptografadas, não permitindo a sua interpretação;

- Não enviar ou receber da CPU do validador as informações de segurança como senhas de acesso, algoritmos de cálculo ou quaisquer outras que possam comprometer a segurança do sistema;
- Possuir proteção física inviolável que impeça a conexão de equipamentos eletrônicos ou outros que possam violar a integridade do sistema;
- Qualquer tipo de violação do módulo de segurança deve ser visível e provocar um dano permanente, impossibilitando o seu funcionamento.

Os slots para os módulos SAM deverão permitir a instalação de 2 (dois) modulos PLC44, código PIC17C44, e 4 módulos tipo ID000 padrão ISO 7816.

Os módulos de SAM deverão funcionar simultaneamente, com possibilidade de existência, em um mesmo momento de operação, de leitura, validação e comunicação com todos os *chips / slots* especificados, em ordem preestabelecida.

O sistema de segurança deve permitir a mudança de módulo SAM sem a troca súbita dos cartões certificados que estiverem circulando em poder dos usuários.

O módulo SAM é gravado com o software de segurança e será fornecido pela SPTrans.

- **Interface de Comunicação da Catraca Eletro-Mecânica**

A ligação e a interface entre a catraca e o validador, deverão ser implementadas pelo FORNECEDOR dos validadores eletrônicos, de forma a garantir compatibilidade e segurança no funcionamento.

A catraca não deve permitir a passagem sem que o validador tenha reconhecido como válido o cartão. Quando houver autorização de passagem, a catraca deverá garantir a passagem de um único usuário.

- **Sinalizações Visuais de Informação**

O objetivo destes dispositivos é disponibilizar informações ao usuário sobre o resultado do processamento de seu cartão eletrônico.

O validador eletrônico deverá possuir display gráfico que forneça informações aos usuários sobre o estado atual do seu cartão (valor debitado, saldo remanescente, tempo de integração, data de validade, etc.), modo de utilização do equipamento, e mensagens para a equipe de manutenção (tipo de falha, erro de transmissão, etc.).

Quando do uso do sistema de biometria, o display deverá exibir animação no formato da mão e o respectivo dedo a ser utilizado para comparar com o template gravado no cartão.

O display deverá possibilitar ao usuário distante um metro do validador, uma leitura fácil, mesmo em condições de baixa ou nenhuma luminosidade no interior do veículo.

- **Características do Display Gráfico**

Deverá possuir visualização gráfica, de no mínimo, de 272x480 pixel, com 256 mil cores e tamanho de 4.3” do tipo LCD

- **Sinalizações Visuais de Orientação ao Usuário**

As sinalizações visuais de orientação ao usuário sobre o resultado do processamento de seu cartão nas cores verde, vermelho, sólido e piscante para indicar os estados de utilização do cartão. Essa orientação poderá ser implementada no próprio display.

- **Sinalização Sonora**

O validador deverá emitir, associada à sinalização visual, um sinal sonoro, configurado por parâmetros para complementar a indicação do estado de utilização do cartão.

Durante o processo de introdução e extração de dados, o validador deverá emitir sinais sonoros e visuais diferenciados, indicando início e fim da transmissão. Se houver falha ou interrupção da transmissão, o validador também deve emitir sinal sonoro / visual característico.

A intensidade do sinal sonoro emitido não poderá ser superior a 50 dB medida a 1 (um) metro do validador.

- **Leitora de Cartão**

Os validadores eletrônicos deverão possuir as interfaces, conexões, antena e softwares necessários para o processamento de cartões com circuito integrado sem contato (contactless smart card).

A antena leitora dos cartões deverá estar situada na face interna frontal da carcaça do validador. Sua área de atuação deve ser delimitada com cor e/ou pictograma que oriente o usuário quanto ao local de aproximação do cartão.

As leitoras dos cartões com circuito integrado sem contato são constituídas de interface compatível com o padrão ISO 14443 – tipo A/B, e antena RF (rádio-frequência) acopladas aos circuitos lógicos do validador. O cartão deverá ser processado a uma distância de até 10 (dez) cm da face frontal do validador, onde está instalada a antena leitora.

A referida leitora deverá aceitar cartões do tipo MIFARE CLASSIC, MIFARE PLUS, DESFIRE-EV1 e CIPURSE.

- **Condições Técnicas de Funcionamento do Bloqueio Eletrônico**
  - **Tensão:** O Bloqueio Eletrônico deve estar habilitado a funcionar com tensão de alimentação nominal de 9 VCC a 32 VCC. Os circuitos do Bloqueio Eletrônico devem ser protegidos com dispositivos que garantam a integridade do sistema no caso de variações de tensão acima dos limites de operação anteriormente especificados. Devem ser previstos dispositivos que garantam a manutenção dos parâmetros e dados armazenados na memória do Validador na eventualidade de supressão temporária da tensão de alimentação (ex.: troca de bateria, partida do motor).
  - **Corrente consumida:** Em repouso: 0,3 a 0,8 A

Em funcionamento: 2 A

- **Condições Ambientais:** Tolerância a temperaturas situadas entre -5 a +65 graus Celsius e umidade relativa do ar até 95%.

- **Duração da Bateria e Relógio**

O validador deverá possuir bateria, com duração mínima de 5 (cinco) anos para manutenção do relógio interno. O relógio do validador deverá ser sincronizado com o sistema gerenciador de garagem (SGG).

- **Conexões físicas e Conectores elétricos**

O validador deverá possuir conexões físicas e conectores elétricos seguros e rápidos, de modo que haja substituição imediata do validador do ônibus, em caso de pane ou retirada do equipamento para manutenção.
Deverá existir no veículo mecanismo de substituição do validador sem a necessidade de reconfiguração do código da empresa, garagem, linha e prefixo do equipamento.

- **Equipamento de Reconhecimento Biométrico Digital**

Deverá existir no validador um leitor biométrico de impressão digital a ser utilizado na validação dos cartões de usuários com benefícios, tendo a possibilidade de leitura e comparação com diferentes dedos.
O validador deverá comparar e validar a leitura biométrica de impressão digital com o *template* armazenado no cartão do usuário, possibilitando várias leituras de diferentes dedos conforme parametrização e liberando a catraca caso haja coincidência dos dados confrontados..
O dispositivo deverá além de comparar os *templates,* podendo gerar imagens biométricas de impressão digital, e transmiti-las ao sistema central da SPTrans de forma criptografada. Essas imagens poderão ser utilizadas para busca e identificação do usuário no sistema central, no caso de rejeição da coleta.

O dispositivo deverá ter algoritmo instalado de modo a permitir a validação mencionada acima, sendo necessária a plena comunicação com o validador para autenticação do usuário.

O leitor deverá permitir níveis diferenciados de precisão, podendo a SPTrans optar por critérios diferenciados de similaridade. O equipamento deverá considerar na leitura biométrica as condições ambientais do veículo, tais como: iluminação ao longo do dia, inclinação da leitura biométrica, posição do equipamento no carro, vibração, trepidação, etc.

O dispositivo deverá apresentar desempenho adequado à demanda existente no ônibus, sendo posicionado de forma que não prejudique a circulação dos usuários. Deverá considerar os aspectos existentes na leitura da impressão biométrica, tais como: umidade, ressecamento, oleosidade, sujeira dos dedos, etc.

O dispositivo deverá ser robusto, de modo que a tecnologia do sensor ofereça maior tempo de vida e maior resistência a descargas eletrostáticas, arranhões e choques, com o módulo inteiramente vedado contra poeira e água.

A taxa de falsa aceitação (FAR) e taxa de falsa rejeição de (FRR) deverão ser ajustadas conforme os criterios a ser definidos pela SPTrans, dependendo do nível de segurança requerido, devendo ter alta precisão no caso de leituras de dedos juvenis e pessoas idosas.

O equipamento validador será comercializado, inicialmente, sem o dispositivo biométrico, sendo que após análise de campo, dos vários tipos de leitoras existentes, será definido pela SPTrans um único equipamento a ser adquirido pelas operadoras de ônibus, com tempo determinado para que cada empresa de validador possa adaptar o seu modelo adquirido.

O equipamento de leitura de biometria de impressão digital poderá ser apresentado como dispositivo separado ou integrado ao validador.

A SPTrans, a qualquer tempo, poderá optar por um único tipo de leitora biométrica, cabendo ao FORNECEDOR adaptar o seu equipamento às novas necessidades.

- **Câmera**

O validador deverá dispor de câmera instalada no ambiente interno do ônibus com as seguintes características:

- Qualidade fotográfica mínima com padrão VGA, resolução 640x480;
- Possibilitar o foco ao usuário com incidência de forte de luz solar, utilizando a função BLC (Back Light Compensation) ou compensação de luz de fundo;
- A lente deverá neutralizar o excesso de luz sem escurecer a imagem proveniente da parte externa do veículo;
- Uso de iluminação infravermelha integrada ou sensibilidade suficiente de forma a garantir a perfeita identificação visual da imagem obtida;
- A câmera deverá prever um angulo de abertura suficiente, considerando diferenças de altura/posição do usuário, com adequações automáticas de foco;
- As imagens fotográficas poderão ser gravadas em dispositivo de memória interna com no mínimo 1 Gbytes expansivel até 4 Gbytes ou externa a câmera, durante até 5 dias, capturando 5 frames, sendo 2 antes, 1 na apresentação do cartão e 2 após;
- A câmera deverá gerar imagens no formato compactado do tipo jpeg vinculando-as ao número do cartão do usuário;
- A câmera poderá ser fornecida como dispositivo separado ou integrado ao validador.

- **Certificação**

O equipamento deverá possuir a seguinte certificação:

- Anatel – Agência Nacional de Telecomunicações para todos os itens de telecomunicação do equipamento.

- **Entrada / Saída de Dados no Validador**

O Validador deve possuir três formas diferentes para entrada/saída de dados a serem processados no interior de seus sistemas:

- **Módulo de Comunicação com o SGG**

O validador deverá possuir comunicação de dados com o SGG de modo a possibilitar:

- Envio / recebimento de dados para dispositivo de transmissão remota sem fio, nas garagens de ônibus, com tecnologia baseada em radiofrequência, no padrão Wifi 802.11n;
- Atualização de dados de lista de recarga embarcada e da lista vermelha com serviço aberto do validador, utilizando 3G ou superior, ao longo do trajeto do veículo. Essa tecnologia poderá ser utilizada, para transmissão dos demais dados, por exemplo, fotos armazenadas, desde que não haja prejuízo no tempo de transação do cartão do usuário;
- A carga na garagem do software aplicativo deverá ser realizada por transmissão remota sem fio no padrão Wifi 802.11n, ou com fio no padrão RS232 e Ethernet 10/100;
- O validador deverá ser compatível com a comunicação NFC.

A comunicação de dados de um dia de operação entre validadores e SGG da garagem deverá ocorrer integralmente em 24 horas

A velocidade mínima de transmissão / recepção deste subsistema de comunicação deve ser calculada para que a operação de carga do Validador (recepção dos arquivos de configuração do SGG), e a operação de descarga do Validador (transmissão dos arquivos de serviço para o SGG), não ultrapasse, em nenhuma hipótese, o tempo de 90 segundos.

Não serão admitidas velocidades efetivas de comunicação inferiores a 100 MBits/seg.

Quando estiver em processo de comunicação de dados com o SGG, o Validador Eletrônico deve emitir sinais sonoros e visuais diferenciados, indicando início e fim da transmissão. Se houver falha ou interrupção da transmissão, o Validador também deve emitir sinal sonoro característico.

- **Módulo de Processamento das Operações - MPO**

O objetivo desta especificação é definir como deve ser o conjunto lógico, eletrônico e eletromecânico do Bloqueio Eletrônico, e não descrever o programa que deve ser executado no validador. No entanto, uma abstração do processamento do sistema se faz necessária a fim de apoiar o dimensionamento do sistema físico a ser projetado e sua arquitetura lógica.

Ao ser aproximado da antena do módulo de leitura / escrita do validador, os dados do cartão do usuário são lidos e repassados ao Módulo de Processamento das Operações – MPO. Este módulo interage com os módulos de segurança, de gerenciamento de dados e de leitura/escrita para concluir o processo de tratamento do cartão e distribuir os comandos adequados (liberar catraca, emitir sinal sonoro e acender a luz verde do sinalizador luminoso).

Após o processamento do cartão válido, a autorização de passagem deve permanecer ativa (catraca destravada) até a passagem do usuário pela catraca. Esta autorização de passagem não pode ser cancelada por quaisquer outros motivos, inclusive por mudança do estado operacional.

Quando um cartão está sendo processado, a leitora do validador ignora qualquer outro cartão que porventura também se aproxime da zona de leitura, até que o primeiro tenha sido afastado da referida zona. No caso de aproximação simultânea de mais de um cartão, o validador deve selecionar apenas um deles para realizar o processamento, autorizando ou não a passagem, conforme a sua validade. O validador está apto a processar um novo cartão somente quando o cartão inicialmente selecionado for afastado da zona de leitura e, caso autorizada a passagem, o giro da catraca estar completo.

O módulo de processamento deve ser concebido de forma a poder processar com velocidade e confiabilidade todas as funcionalidades apresentadas nos Anexos 1 e 2 deste documento.

- **Especificações Construtivas do Bloqueio Eletrônico**

Os Bloqueios Eletrônicos devem ser construídos e dimensionados de maneira a suportar as condições ambientais, choques e vibrações

existentes no interior dos veículos, bem como atender a todos os requisitos operacionais e funcionais especificados e garantir um perfeito funcionamento em regime de trabalho contínuo.

Toda a superfície externa do gabinete do validador deve ser lisa, sem ressaltos, seja na sinalização do display gráfico, dobradiças ou encaixes, e constituída de material com resistência apropriada à utilização embarcada no Sistema de Transporte Coletivo.

Os validadores devem possuir características modulares tais que possibilitem sua remoção e substituição em caso de pane, de forma rápida e segura, permitindo a continuidade da operação do veículo sem necessidade de deslocamento até a garagem. Neste caso devem ser preservados incólumes todos os dados coletados pelo validador até o momento da pane.

A antena leitora dos cartões deve estar situada na face interna frontal da carcaça do validador. Sua área de atuação deve ser delimitada com cor e/ou pictograma que oriente o usuário quanto ao local de aproximação do cartão.

As conexões externas (RS 485, módulo de comunicação com SGG, etc.) devem ser protegidas contra acessos indevidos.

- **Software do Validador**

Os requisitos descritos a seguir devem ser observados pelo FORNECEDOR para definir a arquitetura do sistema físico e lógico do Bloqueio Eletrônico, ou seja, o conjunto Validador Eletrônico e Catraca Eletromecânica deve ser projetado e dimensionado para suportar todas as necessidades operacionais declaradas neste documento

Devem ser fornecidos compiladores de linguagem de alto nível, orientada ao desenvolvimento de software aplicativo de tempo real, bem como editores, depuradores e demais recursos a serem empregados no desenvolvimento e posterior manutenção de software.

- **Instalação do Software Aplicativo no Validador**

Entende-se por software aplicativo o conjunto interativo de rotinas de instruções lógicas que quando executadas pelo circuito lógico do Validador Eletrônico lhe conferem toda funcionalidade desejada.

O Validador Eletrônico deve ter a funcionalidade de receber seu software aplicativo a partir do Sistema Gerenciador da Garagem, quando estiver em estado operacional “FECHADO”. Esta função deve ser verdadeira mesmo nos casos em que o validador estiver com sua memória totalmente vazia, sem dados e programas, ou seja, deve ser uma função de seu software básico implementada em memória residente pré-gravada, não volátil.

Os Fornecedores devem prover os meios para operacionalizar a instalação dos programas aplicativos em seus validadores a partir do Sistema Central da SPTrans, e o sucesso desta operação é um dos condicionantes para a homologação dos seus sistemas.

- **Software Aplicativo**

O software do validador deve permitir que a incorporação de novos tipos de cartões, mudança na estrutura tarifária do sistema de transporte, alteração de parâmetros funcionais e modificações nos protocolos de comunicação possam ser atualizadas por meio de transmissão remota sem fio, comandada pelo Sistema Gerenciador da Garagem (SGG), sem necessidade de retirada e regravação dos componentes de memória. As versões atualizadas de software serão controladas e enviadas por meio de arquivo específico gerado no Sistema Central da SPTrans.

Todo o software aplicativo a ser desenvolvido pelo FORNECEDOR do Validador Eletrônico deve ser modular, permitindo que futuras alterações e/ou ampliações sejam facilmente implementadas. A linguagem de programação utilizada deve apresentar velocidade, segurança e portabilidade, sendo utilizadas tabelas de parâmetros e funcionalidades que possibilitem alterações comandadas exclusivamente pelo Sistema Central da SPTrans e transmitidas para os validadores via SGG.

As políticas tarifárias do transporte público são alteradas permanentemente. Modos de transporte podem ser integrados e

desintegrados. São criados frequentemente diferentes tipos de cartões e tarifas incentivadas, tais como cartão do idoso, desempregado, estudante, etc. Além disso, diferentes modos de transporte são operados por diferentes esferas do poder público, como é o caso dos ônibus coletivos da municipalidade, sistemas metroferroviários e ônibus intermunicipais gerenciados pelo Governo Estadual. Sendo assim, o validador deverá ser completamente configurável através de tabelas com definição de parâmetros tarifários e de integração.

Como esta aplicação necessita de um tempo de maturação, é fundamental que os Validadores Eletrônicos sejam totalmente versáteis na questão de alteração de software aplicativo a partir do Sistema Central com o recurso de telecarga.

Devem ser implementadas no software aplicativo, dentre outras, as seguintes funções:

- comunicação entre validador e SGG;
- atualização da lista de recarga e lista vermelha através de comunicação 3G ou superior entre o validador e o Sistema Central da SPTrans;
- leitura e processamento de tabelas de parâmetros e funcionalidades;
- processamento de tipos e sub-tipos de cartões;
- validação dos cartões utilizando em qualquer um dos módulos SAM's;
- mensagens ao usuário no display gráfico;
- alarmes sonoros;
- captura, armazenamento e comunicação de dados biométricos de impressão digital e fotos dos usuários selecionados;
- execução de comandos de mudança do estado operacional do bloqueio;
- geração de dados operacionais e de arrecadação que permitam extrair relatórios.

- **Software de Diagnóstico**

Este recurso deve estar incorporado no software de cada equipamento, e tem como principal finalidade identificar o módulo que esteja provocando falhas no sistema.

- **Segurança e Inviolabilidade dos Dados**

Os softwares e dados armazenados no validador só devem ser acessíveis ao pessoal autorizado e credenciado da SPTrans, que estabelecerá, em conjunto com a OPERADORA, os níveis hierárquicos de acesso permitido.

Os dados gerados pelas transações do Validador Eletrônico devem ser tratados por mecanismos de proteção contra violação, cópias e leitura. Sob o controle da SPTrans, serão transmitidos os parâmetros de alteração dos algoritmos de criptografia a serem aplicados aos dados, de forma a resguardar as informações com um nível de segurança adicional ao normalmente adotado.

- **Documentação do Software**

O FORNECEDOR deve entregar a SPTrans cópias de todos os programas utilizados no sistema (validador, SGG, etc.), com seus respectivos códigos-fonte e todos os detalhes necessários ao seu completo e correto entendimento, tanto para software básico como aplicativos, diagnósticos e testes. Nesta documentação também devem ser fornecidos os compiladores / montadores das linguagens utilizadas no desenvolvimento do software aplicativo.

A documentação deve abranger:

- Manual de orientação, detalhando toda a operação do software aplicativo nas suas funções básicas: alteração de parâmetros, introdução e coleta de dados dos validadores, consulta de tela, geração de relatórios e transmissão dos dados para o computador central da SPTrans;
- Fluxogramas e diagramas;
- Descrição funcional e listagem comentada de cada programa e da base de dados;
- Dicionário de dados e áreas utilizadas;

- Software aplicativo do microcomputador da garagem.
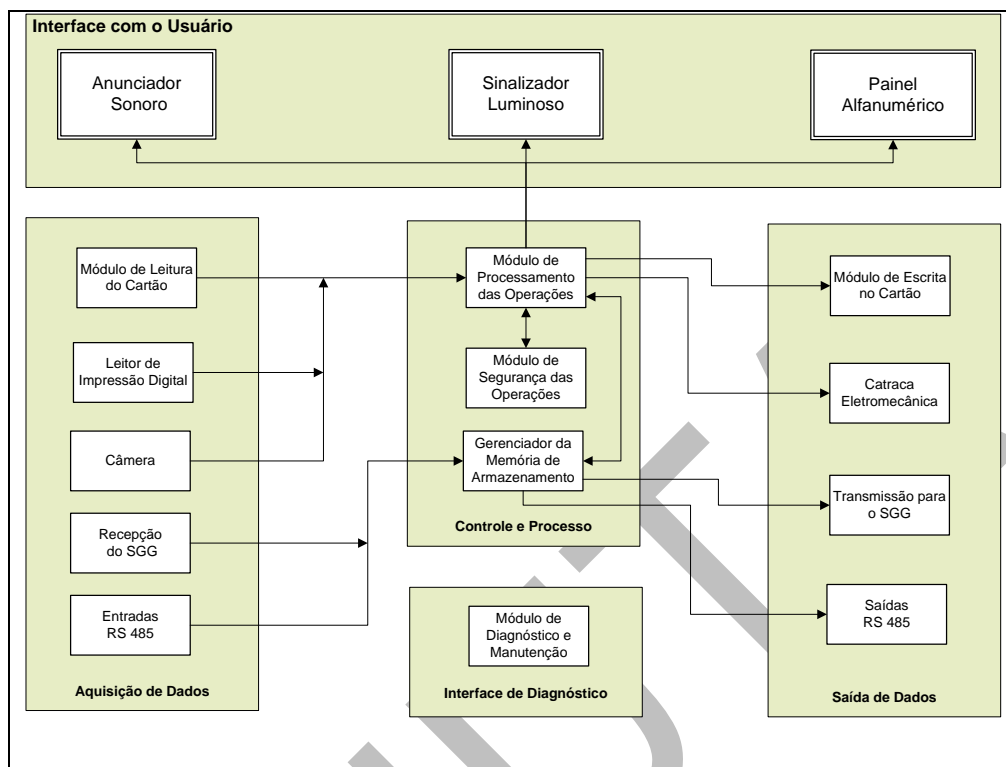
Diagrama 6: **Organização funcional dos componentes do Validador Eletrônico**

5.4.4.5 Sistema Gerenciador da Garagem (SGG)

Os sistemas computacionais e de armazenamento de dados devem possuir controle de acesso ao sistema que garanta a impossibilidade de acessos indevidos.

Os Validadores Eletrônicos devem receber e enviar dados para o SGG, localizado na garagem, através de tecnologia radiofrequência no padrão Wifi 802.11n.

Deve existir dispositivo alternativo que, no caso de pane do sistema de comunicação entre o SGG e os bloqueios eletrônicos, fará a coleta dos dados necessários.

A introdução e coleta dos dados a serem realizadas pelos meios de transmissão acima referidos, não podem interromper o fluxo normal de entrada

e saída dos veículos na garagem, assim o tempo máximo de transmissão de dados de cada validador não pode exceder 90 segundos.

O tempo máximo para transmissão de dados de todos os validadores de uma garagem não pode exceder 3 horas, contadas a partir da recolhida dos veículos ao final da operação diária.

O software deve garantir que todos os validadores operados tenham seus dados coletados. Desta forma, é requerido o controle individual de cada validador e sua associação ao veículo no qual opera, permitindo que se efetue o fechamento diário, sem haver possibilidade de que a leitura de dados não tenha procedido à varredura completa de todas as informações armazenadas durante a operação diária da frota.

O sistema da garagem deve possuir dispositivos de detecção e rotina de software que permita listar, diariamente, os veículos que porventura não conseguiram efetuar a transmissão dos dados.

O FORNECEDOR deve, após a manutenção corretiva de qualquer validador, providenciar a extração e transmissão dos dados para o Sistema Central.

Para fins de segurança e auditoria, o sistema deve gerar cópias redundantes dos dados coletados, que serão armazenadas no micro da garagem, possibilitando que se refaça um processamento total ou parcial dos dados originais.

- **Dados a serem transmitidos do SGG para o validador**

  Tabelas de parâmetros funcionais das regras de negócio estipuladas pela SPTrans atualizados pelo Sistema Central agrupados nos seguintes pacotes, entre outros:

  - Cadastro de linhas;
  - Parâmetros de validador;
  - Lista vermelha de cartões ;
  - Lista de recarga de credito

- **Dados a serem recebidos pelo SGG**

Arquivos de operação de validador definidos pela SPTrans e agrupados nos seguintes pacotes, entre outros:

- Dados de operação (Serviço, meia viagem, transações de cartões, totalizadores dos serviços, mensagens diversas de estado do validador, etc)
- Fotos

Para todas as situações devem ser registradas informações que gerem estatísticas de controle de desempenho do sistema e detecção de ocorrência de fraudes.

A SPTrans poderá, a seu critério, definir outras tabelas que se façam necessárias no projeto do sistema.

5.4.4.6 Sistema Leitor de Cartões de Bordo

O FORNECEDOR deve instalar em local indicado pela OPERADORA (Recebedoria), o Sistema Leitor de Cartão de Bordo, e efetuar as conexões adequadas entre este sistema e o SGG.

A quantidade de leitoras, microcomputadores e impressoras a ser instalada em cada garagem deve ser calculada pela OPERADORA, de forma a atender o fluxo de chegada dos cobradores para a prestação de contas diária.

Os registros da movimentação diária da Recebedoria devem ser enviados para a SPTrans, devidamente assinado pelo SAM.

5.4.4.7 Catraca Eletromecânica

A Catraca Eletromecânica deve ser de 3 braços (tripé) ou 4 braços (tipo "borboleta"), disposta de forma a impedir a passagem simultânea de 2 pessoas.

A catraca não deve permitir a passagem sem que o validador tenha reconhecido como válido o cartão. Quando houver autorização de passagem a catraca deve garantir a passagem de um único usuário.

O dispositivo de travamento da catraca deve ser altamente resistente a choques mecânicos, a fim de não se danificar com o impacto do corpo de um usuário que o julgava livre.

Um contador mecânico ou eletromecânico deve ser incorporado à catraca em posição de fácil leitura. A cada rotação no sentido da entrada, o contador é incrementado.

A ligação e a interface entre a catraca e o validador devem ser implementadas pelo FORNECEDOR dos Validadores Eletrônicos, de forma a garantir compatibilidade e segurança no funcionamento.

5.4.5 Documentação Para Aprovação do Sistema

5.4.5.1 Para inicio de operação a SPTrans aprovará a instalação dos bloqueios eletrônicos e Sistema Gerenciador da Garagem, mediante a seguinte documentação:

- **Certificado Definitivo de Adequação Funcional de Validador Eletrônico**

Documento emitido pela SPTrans para o FORNECEDOR de Validadores Eletrônicos que comprova o atendimento integral a todos os requisitos funcionais, constantes nas especificações estabelecidas pela SPTrans.

- **Autorização de Instalação**

Documento emitida pela SPTrans para a OPERADORA onde está especificado o cronograma das linhas a serem autorizadas e instruções gerais para a instalação dos Bloqueios Eletrônicos.

- **Termo de Adequação do Leiaute Interno dos Bloqueios Eletronicos nos Ônibus**

O leiaute dos bloqueios eletrônicos deverão estar de acordo com o Manual dos Padrões Técnicos de Veículos da SPTrans.

- **Termo de Liberação para Operação dos Bloqueios Eletronicos**

Documento emitido pela SPTrans para a OPERADORA que comprova a conformidade do leiaute de cada veículo, bem como o funcionamento dos Bloqueios Eletrônicos. Neste documento são relacionados os prefixos dos veículos aprovados.

- **Termo de Aceitação Provisória do Sistema Gerenciador da Garagem**

Documento emitido pela SPTrans para a OPERADORA e para o FORNECEDOR após a realização dos testes de comprovação da segurança, confiabilidade e inviolabilidade da coleta de dados da garagem e transmissão para o Sistema Central.

- **Termo de Aceitação Provisória dos Equipamentos**

Documento emitido pela OPERADORA que se dará quando o FORNECEDOR emitir o Termo de Conclusão dos Serviços e o sistema se comportar segundo as caracteristicas funcionais constantes nesta especificação.

5.4.5.2 Para aprovação final da operação a SPTrans exigirá a seguinte documentação:

- **Termo de Aceitação Definitiva do Sistema Gerenciador da Garagem**

Documento emitido pela SPTrans para a OPERADORA e para o FORNECEDOR após um período mínimo de 6 meses, contatos a partir do início de operação de coleta de dados da garagem, caso as transmissões para o Sistema Central tenham atendido aos requisitos de segurança, confiabilidade, frequência diária de coleta de dados (100% da frota) e inviolabilidade especificados.

- **Termo de Aceitação Definitiva do Sistema**

Documento emitido pela SPTrans para a OPERADORA e para o FORNECEDOR após um período de garantia mínimo de 1 ano, não inferior a um ano, desde que não haja pendências no fornecimento e

alteração no projeto inicial, o que renovará automaticamente o prazo de garantia

5.4.6 Cartões Com Circuito Integrado Sem Contato

É um cartão de plástico (PVC) com 85,6 mm de comprimento, 54,0 mm de largura e espessura que pode variar de 0,79 mm a 0,86 mm (ISO 7816), recarregáveis, contendo em seu interior um circuito integrado, memória não volátil (EEPROM), dividida em setores independentes, e antena para transmissão de dados por radiofrequência. A transmissão dos dados entre o cartão e a leitora realiza-se sem contato físico.

A tecnologia a ser adotada nos cartões de 8 kbits com circuito integrado, sem contato (contactless smart card), deve atender a ISO14.443-A/B e apresentar as seguintes características básicas:

- Sistema de tele-alimentação e comunicação da leitora com o cartão utilizando frequência portadora de 13,56 Mhz;
- Velocidade de transmissão de dados superior a 100 Kbits/seg.;
- Distância de operação do cartão em relação à antena da leitora de até 10 cm;
- Memória reprogramável não volátil (EEPROM) com capacidade igual ou superior a 8 Kbits, seccionada em, no mínimo, 16 setores independentes, cada qual com duas chaves de acesso invioláveis, possibilitando a operação de diversas aplicações;
- Segurança no acesso à memória por autenticação mútua entre o cartão e a leitora (conforme ISO/IEC 9798-2) e algoritmos de criptografia, utilizando chaves de acesso secretas que variam em função do setor de memória solicitado e do tipo de operação a realizar (leitura, escrita, incremento, decremento);
- Protocolo de comunicação cartão/leitora que assegure a integridade da transmissão, a confidencialidade dos dados transmitidos, e a

solução de conflitos causados pela presença simultânea de vários cartões no campo de leitura (anticolisão);

- Cartão sem bateria (a energia é fornecida pela leitora, via radiofrequência);
- Gravação de chaves de transporte (chaves de acesso provisórias gravadas pelo fabricante do cartão, com o objetivo de garantir a inviolabilidade dos cartões durante o seu transporte);
- Garantia de fábrica de que cada cartão possui um número de série único;
- Capacidade aritmética de incremento e decremento de valores;
- Flexibilidade para acessar os diversos setores de memória de acordo com uma variedade de condições de acesso;
- Tempo de retenção dos dados de 10 anos;
- Tempo total de uma transação inferior a 200 milissegundos;
- Possibilidade de realização da transação com o cartão em movimento;
- Temperatura de operação de -20ºC a +50ºC (umidade de 90%);
- Possibilidade de personalização do cartão com impressão a cores em ambas as faces.

A tecnologia a ser adotada nos cartões de 2 Kbytes ou 4 Kbytes com circuito integrado, sem contato (contactless smart card), deve atender a ISO14.443-A/B com UID único para SPTrans e apresentar as seguintes características básicas:

- O cartão deverá ser produzido de forma a não apresentar empenamento e/ou eletricidade estática e/ou espessura fora da especificação.
- A transmissão dos dados entre o cartão e a leitora realiza-se sem contato físico;
- Sistema de tele-alimentação e comunicação da leitora com o cartão utilizando freqüência portadora de 13,56 Mhz;
- Velocidade de transmissão de dados superior de 106 Kbits/seg até 848 Kbits/seg;

- Distância de operação do cartão em relação à antena da leitora, de no mínimo 2 cm e no máximo 10 cm;
- Memória reprogramável não volátil (EEPROM) com capacidade igual a 16 Kbits, para cartões de 2 Kbytes, seccionada em, no mínimo, 32 setores de 4 blocos, independentes, cada qual com duas chaves de acesso invioláveis, possibilitando a operação de diversas aplicações;
- Memória reprogramável não volátil (EEPROM) com capacidade igual a 32 Kbits, para cartões de 4 Kbytes, seccionada em, no mínimo, 32 setores de 4 blocos e 8 setores de 16 blocos, independentes, cada qual com duas chaves de acesso invioláveis, possibilitando a operação de diversas aplicações;
- Segurança no acesso à memória por autenticação mútua entre o cartão e a leitora (conforme ISO / IEC 9798-2) e algoritmos de criptografia, utilizando chaves de acesso secretas que variam em função do setor de memória solicitado e do tipo de operação a realizar (leitura, escrita, incremento, decremento) e suportar os seguintes modos de criptografia:
    - Sistema atual, utilizando 2 chaves de 48 bits por setor; e
    - AES 128
- Possibilitar a mudança da criptografia atual para AES 128 a qualquer tempo. Os dados de memória deverão permanecer inalterados/preservados depois da mudança.
- Possibilitar a verificação de autenticidade, utilizando a criptografia AES 128, quando estiver utilizando a criptografia atual.
- Proteção contra ataques tipo “Relay Attacks” (ataque realizado pela emulação de cartão atraves de dispositivos NFC e leitura remota).
- Suportar autenticação em multi-setores e bloqueio múltiplo de leitura e escrita quando estiver utilizando a criptografia AES128.
- O cartão deverá ser compatível com a infra-estrutura de cartões Bilhete Único utilizados atualmente, para evitar problemas de leitura/escrita nos Validadores atuais.
- Protocolo de comunicação cartão/leitora que assegure a integridade de transmissão, a confidencialidade dos dados transmitidos e a solução de

conflitos causados pela presença simultânea de vários cartões no campo de leitura (anticolisão);

- Cartão sem bateria (a energia é fornecida pela leitora, via rádio-frequência);
- Gravação de chaves fornecidas pela SPTrans (chaves de acesso provisórias gravadas pelo fabricante do cartão, com o objetivo de garantir a inviolabilidade dos cartões durante o seu transporte);
- Garantia de fábrica de que cada cartão possui um número de série único;
- Capacidade aritmética de incremento e decremento de valores;
- Flexibilidade para acessar os diversos setores de memória, de acordo com uma variedade de condições de acesso;
- Tempo de retenção de dados de 10 anos;
- Capacidade para 200.000 operações de leitura e escrita;
- Tempo total de uma transação inferior a 200 milisegundos;
- Possibilidade de realização da transação com o cartão em movimento;
- Temperatura de operação de –20º C a + 50º C; e
- Durabilidade mínima de 3 anos, sob condições normais de uso, e atendimento à Norma ISO 10373 quanto à resistência aos esforços de flexão, tensão e ataques de agentes químicos.
- Isento de eletricidade estática (submetido a processo de jateamento de ar ionizado ou similar).

Os tipos de cartões que farão parte do sistema, com suas respectivas estruturas de codificação, serão definidos pela SPTrans.

Os cartões sem contato deverão ser recarregados em postos de venda credenciados pela SPTrans. A recarga dos créditos eletrônicos será efetuada por meio de dispositivos denominados Terminais de Recarga. Além desses, também estarão à disposição dos usuários os Terminais de Consulta, que permitirão a visualização em display do saldo ou tempo de validade do cartão.

5.4.7 Montagem e Instalação

As carcaças dos bloqueios e os diversos módulos do sistema devem ter perfeita isolação elétrica contra interferências geradas por linhas de tensão, motores, ruídos de radiofrequência, equipamentos geradores de arcos elétricos, interferências eletromagnéticas, além de proteção contra descargas atmosféricas em geral. Também devem ter perfeita isolação contra a contaminação de gases, fulizem e material particulado existente no meio ambiente, de forma a prevenir a corrosão de compontentes e conectores dos equipamentos.

Todas as partes metálicas, inclusive porcas, arruelas e dobradiças, devem receber tratamento específico contra corrosão e/ou oxidação e devem ser convenientemente aterradas, de modo a não existir a possibilidade de choques elétricos.

Todos os equipamentos embarcados devem estar afixados de maneira a evitar os efeitos da vibração do veículo e devidamente protegidos contra manuseio indevido.

Os equipamentos devem ser claramente identificados através de seu código e número de série.

Todas as fiações internas não devem conter quaisquer emendas e correm em canaletas especialmente previstas para este fim. Os cabos devem ter isolamento compatível com a tensão de trabalho e são revestidos com material antichama.

Os microcomputadores da garagem devem ser instalados em local que garanta o funcionamento adequado do sistema.

5.4.8 Sobressalentes

O FORNECEDOR deve apresentar uma lista de peças, componentes e equipamentos sobressalentes, indicando claramente a quantidade e os critérios utilizados, para o período de operação em garantia. Deve ainda, distinguir os

materiais considerados de consumo e o tempo ou número de ciclos de vida útil previsto.

O FORNECEDOR deve garantir a disponibilidade de qualquer peça, componente ou equipamento constante da lista de sobressalentes, durante um período mínimo de 10 (dez) anos.

A relação de materiais sobressalentes deve ser individualizada por módulo e conter, no mínimo, as seguintes informações:

- nome principal;
- referência de catálogo ou do fabricante (nome e código);
- quantidade instalada por equipamento;
- consumo médio mensal.

5.4.9 Documentação Técnica

Toda a documentação técnica referente ao sistema deve ser escrita em português e entregue em 3 (três) cópias, contendo:

- índice geral;
- especificação tecnica da solução;
- manual de operação de cada tipo de equipamento;
- manual de manutenção preventiva e corretiva;
- manual de instalação de todos os equipamentos;
- procedimentos dos testes de recebimento;

5.4.9.1 Projeto de Instalação

O projeto da instalação do bloqueio deve detalhar:

- Alimentação elétrica e suas conexões;
- fixações do validador e da catraca;
- conexões necessárias para as funções de introdução e leitura de dados e periféricos.

5.4.9.2 Projeto de Manutenção

- desenhos da disposicao dos componentes;
- listas de materiais detalhados;
- esquemas funcionais completos;
- esquemas elétricos e de fiação interna;
- diagramas de ligações;
- diagramas e lay-outs dos circuitos impressos;

5.4.9.3 Documentação do Software

O FORNECEDOR deverá entregar exclusivamente à SPTrans cópias de todos os programas utilizados no sistema (validador, SGG, etc.), com seus respectivos códigos-fonte, e todos os detalhes necessários ao seu entendimento, referentes a software básico, aplicativos, diagnósticos e testes. Nesta documentação também deverão ser fornecidos os compiladores/montadores das linguagens utilizadas no desenvolvimento do software aplicativo.

O código fonte e qualquer documentação confidencial serão armazenados em cofres de terceiros, cuja condição de acesso será estabelecida em documento a ser firmado entre o FORNECEDOR e a SPTrans.

A documentação deverá abranger:

- Manual de orientação detalhando toda a operação do software aplicativo nas suas funções básicas: alteração de parâmetros, introdução e coleta de dados dos validadores, consulta de tela, geração de relatórios e transmissão dos dados para o computador central da SPTrans;
- Fluxogramas e diagramas;
- Descrição funcional e listagem comentada de cada programa e da base de dados;
- Dicionário de dados e áreas utilizadas;
- Software aplicativo do microcomputador da garagem.

5.4.10 Treinamento

O FORNECEDOR deve apresentar a SPTrans um programa de treinamento a ser aplicado à equipe de operação e manutenção da OPERADORA, objetivando a plena competência técnica e autônoma na operação e manutenção dos Bloqueios Eletrônicos, dispositivos de transmissão de dados e Sistema Gerenciador da Garagem.

A SPTrans realizará inspeções nas OPERADORAS com o objetivo de acompanhar a efetiva implementação do programa de treinamento.

O treinamento pode ser desenvolvido nas dependências do FORNECEDOR, do adquirente ou da SPTrans, desde que previamente acordado. Deve ser ministrado em duas etapas, a saber:

- **Teoria**

  Etapa onde é apresentada a configuração detalhada do sistema, definições de todas as funções dos módulos (hardware e software) e interpretação dos manuais técnicos fornecidos.

- **Prática**

  Etapa onde se pretende assimilar os conceitos, fundamentos e procedimentos de operação e manutenção. Os equipamentos utilizados durante os treinamentos práticos devem ser similares aos que serão instalados nos veículos.

  Devem ser fornecidos manuais e apostilas necessários ao pleno acompanhamento dos treinandos. Os treinamentos serão acompanhados pela SPTrans.

  O cronograma dos cursos deve ser proposto de forma a assegurar que o término do treinamento se dê antes da etapa de testes de aceitação do sistema.

5.4.11 Inspeção

Todos os equipamentos do sistema a serem fornecidos e todos os serviços a serem executados pelo FORNECEDOR e seus subcontratados, serão objeto de inspeção pela SPTrans para verificação de sua plena funcionalidade e compatibilidade às especificações técnicas.

5.4.12 Testes de Aceitação e Garantias Técnicas

O FORNECEDOR deve submeter à OPERADORA todos os procedimentos correspondentes aos testes a serem realizados para aceitação do sistema. Os testes serão acompanhados pela SPTrans.

5.4.12.1 Testes de Aceitação

- **Finalidade dos Testes**

  Os procedimentos e aplicação dos testes de aceitação devem ser planejados pelo FORNECEDOR, visando:

  - comprovar que cada equipamento, módulo e sistema funcione de acordo com as especificações funcionais estabelecidas;
  - avaliar o desempenho dos módulos e equipamentos, bem como do sistema como um todo;
  - comprovar a inexistência de falhas de implementação e de funcionamento que possam diminuir o desempenho especificado;
  - complementar a documentação fornecida com informações fiéis quanto ao comportamento do sistema.

- **Sistemática Adotada para os Testes**

  Os procedimentos dos testes devem conter, no mínimo:

  - **Objetivo do Teste** - descrevendo o objetivo e a finalidade do teste;
  - **Referências** - indicando os documentos do projeto que contém as informações técnicas referentes aos subsistemas envolvidos no teste;

- **Roteiro** - contendo uma descrição de todas as operações a serem realizadas durante o teste, necessárias para garantir que o sistema funcione conforme previsto no projeto;
- **Lista de Recursos** - contendo a relação dos recursos e materiais necessários à execução dos testes;
- **Duração** - indicando o período de tempo necessário para a realização de cada etapa do teste.

O documento referente ao procedimento do teste deve ser também utilizado para a formalização da execução e aceitação do respectivo teste devendo dispor de espaço para rubricas e anotações.

Os testes de aceitação dos equipamentos serão efetuados na presença de representantes da SPTrans, FORNECEDOR e OPERADORA, os quais deverão assinar, para cada teste realizado, documento com os procedimentos previamente aprovados pelas partes. Após a análise das planilhas de resultado dos testes, caso haja eventuais pendências, fica o FORNECEDOR obrigado a solucioná-las.

5.4.12.2 Garantias Técnicas

O FORNECEDOR, solidariamente ao fabricante dos equipamentos, deve garantir o perfeito funcionamento de todos os componentes do sistema, responsabilizando-se pela correção e/ou alteração de deficiências de projeto, fabricação, instalação e software aplicativos, bem como pela substituição de componentes e materiais que apresentem deficiências operacionais, sem quaisquer ônus para o adquirente.

O FORNECEDOR deve apresentar uma relação de materiais consumíveis e os que eventualmente tenham vida útil inferior ao prazo de garantia.

O prazo de garantia estipulado será contado a partir da emissão, pela OPERADORA, do Termo de Aceitação Provisória dos Equipamentos que se dará quando o FORNECEDOR emitir o Termo de Conclusão dos Serviços e o sistema se comportar segundo as características funcionais constantes nesta especificação.

O Termo de Aceitação Definitiva será emitido, pela OPERADORA, após o período de garantia, não inferior a um ano, desde que não haja pendências no fornecimento e alteração no projeto inicial, o que renovará automaticamente o prazo de garantia.

O FORNECEDOR deve garantir o fornecimento de equipamentos, materiais e componentes idênticos ou compatíveis com os originalmente fornecidos, por um período não inferior a 10 anos, contados a partir da emissão do Termo de Aceitação Definitiva. Deve ainda apresentar uma lista de sobressalentes necessários durante o período de garantia.

5.4.13 Garantia Contra Fraudes

O FORNECEDOR deve garantir que o validador não seja suscetível a fraudes decorrentes de mal funcionamento do software aplicativo ou de algum componente do validador, englobando a rede de comunicação.

O OPERADOR deve garantir que os equipamentos estejam instalados e em perfeitas condições de operação de forma a impedir que os equipamentos apresentem problemas de funcionamento.

O OPERADOR deve garantir que os procedimentos, deliberações, treinamento aos operadores, orientações sejam seguidas de forma a impedir que eventuais incidentes causem violações à segurança do sistema.

As memórias do validador não deverão ter seu conteúdo alterado por eventual falta e retorno de energia, evitando que possa resultar na autorização de passagem sem ter havido apresentação de cartão válido, ou resultando em prejuízo ao usuário no caso de travamento indevido da catraca.

Eventuais possibilidades de fraudes que vierem a ser detectadas, sejam por deficiência do projeto de software e/ou hardware, ou decorrentes de uma situação de falha, obrigam o FORNECEDOR a sanar o problema assim que for comunicado.

O FORNECEDOR obriga-se a mobilizar seu pessoal técnico no sentido de eliminar possíveis fraudes que venham a ser detectadas durante a operação do sistema, seja através de modificações e adaptações nos componentes dos validadores ou alterações no software aplicativo.

5.4.14 Manutenção

Todos os sistemas, equipamentos e serviços, devem estar previstos para operar continuamente de acordo com o regime de operação do transporte de passageiros da Cidade de São Paulo.

A manutenção de todo sistema, englobando os componentes descritos no item 5.4.2, é de inteira responsabilidade do FORNECEDOR.

O FORNECEDOR deve entregar manuais detalhados para a correta aplicação dos planos de manutenção preventiva e corretiva. Deve fornecer ainda, os procedimentos para remoção e instalação dos equipamentos, relações das gigas de testes e instrumentos do laboratório eletrônico.

O FORNECEDOR deve enviar mensalmente à OPERADORA relatórios relativos às intervenções preventivas e corretivas nos validadores. Devem ser utilizados os recursos de autodiagnóstico disponíveis no software aplicativo dos validadores, que permitem a emissão de relatórios contendo todas as falhas ocorridas durante a operação, além de indicar os módulos e placas que requeiram substituição ou manutenção. Os relatórios de manutenção podem ser solicitados a qualquer momento pela SPTrans.

5.4.15 Relatorios Técnicos Operacionais

A OPERADORA deverá enviar, mensalmente, para a SPTrans os seguintes relatórios operacionais:

- Acompanhamento de Defeitos nos Bloqueios Eletronicos

- Média dos Ciclos Entre as Falhas dos Validadores (MCBF)
- Tempo Medio Entre as Falhas dos Validadores (MTBF)
- Média dos Ciclos Entre as Falhas das Catracas (MCBF)
- Tempo Medio Entre as Falhas das Catracas (MTBF)

5.4.16 Terminologia

A seguir apresentamos, em ordem alfabética, as definições de alguns termos utilizados neste documento:

Área Controlada ou Paga: Região no interior do ônibus em que o usuário utiliza um cartão sem contato para entrar, com autorização de passagem pelo bloqueio.

Área Livre: Região no interior do ônibus em que o usuário aguarda a passagem pelo bloqueio eletrônico. Situa-se antes da catraca no sentido de entrada do veículo.

Autorização de Passagem: É o crédito que o usuário tem direito, após o processamento do seu cartão no Validador Eletrônico.

Bloqueio Eletrônico: Conjunto formado por um Validador Eletrônico, uma Catraca Eletromecânica de 3 ou 4 braços a ele associada, que permite ou não, a passagem de um usuário da área livre para a área controlada, após a introdução de um cartão válido.

Cartão com Circuito Integrado Sem Contato (*Contactless Smart Card*): Cartão de plástico (PVC), recarregável, contendo em seu interior um circuito integrado e antena para transmissão de dados via radiofrequência. Não possui bateria, sendo energizado pela leitora do Validador Eletrônico. A transmissão dos dados entre o cartão e a leitora realiza-se sem contato físico.

Cartão Esgotado: Cartão que não possui nenhum crédito ou seu tempo de validade se esgotou. Se aproximado da leitora do Validador não será autorizada a passagem.

Cartão Válido: Cartão que é reconhecido pela leitora do Validador como pertencente ao sistema de transporte do município (chaves de acesso identificadas).

Cartão Não Válido: Cartão que não se enquadra na definição descrita no item "Cartão Válido".

Cartão Temporariamente Cancelado: Cartão que é reconhecido pela leitora do validador como pertencente ao sistema de transporte do município, mas encontra-se temporariamente cancelado.

Cartão Cancelado: Cartão que é reconhecido pela leitora do validador como pertencente ao sistema de transporte do município, mas foi cancelado por estar na lista vermelha.

Fraude: Qualquer ação praticada de má fé, com o objetivo de se passar pelo bloqueio sem pagar a passagem.

Sinalização de Informação: Informa, através de painel alfanumérico, as condições do cartão, tais como créditos restantes, validade, etc.

Sinalização de Orientação: Permite ao usuário se orientar para passar pelo bloqueio, indicando através de pictogramas as ações que ele deve realizar.

Sistema Central: Localizado na SPTrans, recebe os dados dos validadores de todo Sistema de Transporte e dos terminais de recarga do Sistema de Distribuição de Créditos Eletrônicos, processando-os, verificando sua autenticidade e gerando informações de arrecadação e estatístico-operacionais relativas a todas as linhas e tipos de cartões. Nele também são criadas todas as tabelas de parâmetros que comandam as funcionalidades dos Validadores e controlam as transações realizadas com cada tipo de cartão.

Sistema de Bilhetagem Eletrônica: Conjunto de todos os subsistemas que permitem o controle automático da arrecadação: Bloqueios Eletrônicos embarcados, dispositivos de transmissão de dados, Sistema Gerenciador da Garagem, Sistema Central e Sistema de Distribuição e Recarga de Créditos Eletrônicos.

5.4.17 Processo de Utilização do Cartão Eletrônico

5.4.17.1 Uso dos Cartões

Os tipos de cartões utilizados atualmente no Sistema de Bilhetagem Eletrônica estão representados no diagrama abaixo:
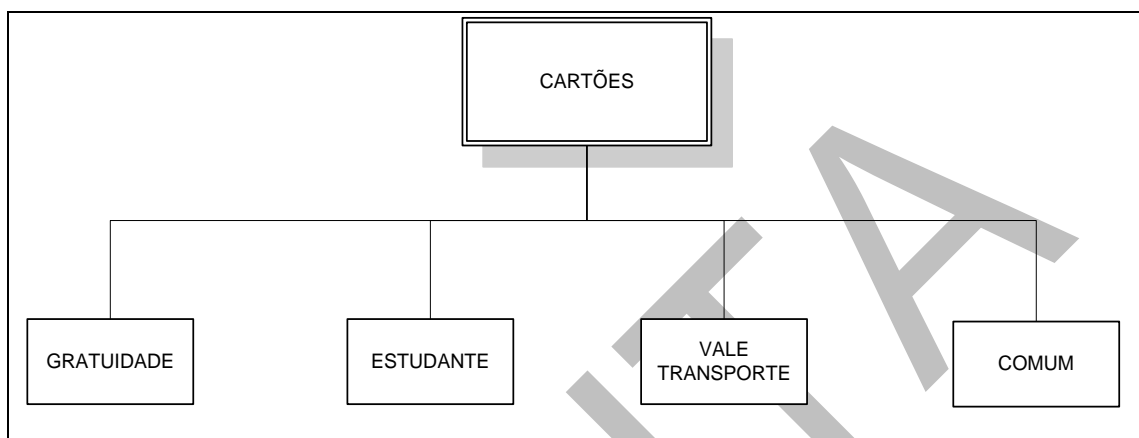
Diagrama 8 **: Tipos de Cartões**

O usuário do transporte coletivo do município, de posse de um destes cartões, pode utilizá-los da seguinte forma no interior dos veículos:

- **Cartão válido:** quando é aproximado da zona de leitura do validador o cartão é processado e o usuário é informado, no *display* gráfico, sobre o valor debitado e o saldo (ou tempo de validade) remanescente. Ao se afastar o cartão da zona de leitura, acende-se a luz verde e a catraca é liberada. A leitora do validador deve estar apta a processar outro cartão somente após o giro da catraca ter sido completado.
- **Cartão não válido ou esgotado:** quando é aproximado da zona de leitura, o cartão é processado, acende-se a luz vermelha, soa um sinal sonoro, e o usuário é informado no *display* gráfico do motivo da recusa do cartão, permanecendo a catraca travada.
- **Cartão temporariamente bloqueado:** quando é aproximado da zona de leitura, o cartão é processado, acende-se a luz vermelha, soa um sinal sonoro, e o usuário é informado no display gráfico do motivo da recusa do cartão, permanecendo a catraca travada.

- **Cartão incluso na lista vermelha:** quando é aproximado da zona de leitura, o cartão é processado, acende-se a luz vermelha, soa um sinal sonoro, e o usuário é informado no *display* gráfico do motivo da recusa do cartão, permanecendo a catraca travada. O circuito do cartão é inutilizado pelo Validador.

5.4.17.2 Interfaces com o Usuário do Bloqueio Eletrônico

O Validador implementa 3 formas de emitir informações ao passageiro: um anunciador sonoro, um *display* gráfico e um sinalizador com duas posições luminosas nas cores verde e vermelha.

O sinalizador visual orienta o usuário sobre o resultado do processamento de seu cartão:

- **Passagem Autorizada:** luz verde significando, quando ativada, que o cartão foi processado e o usuário já pode passar pela catraca.
- **Cartão Não Válido:** luz vermelha significando, quando ativada, que a passagem não foi autorizada.

O display gráfico fornece mensagens aos usuários sobre:

- O estado atual do seu cartão (valor debitado, saldo remanescente, tempo de integração, data de validade, etc.);
- As razões de possíveis recusas ou problemas com o cartão;
- Mensagens para o pessoal da manutenção (tipo de falha, erros de transmissão, etc.).

O Validador deve emitir, associado à sinalização visual acima descrita, um sinal sonoro, nas seguintes situações:

- Cartão não válido (créditos esgotados ou codificação não pertencente ao sistema);
- Cartão com defeito;
- Cartão gratuidade;
- Cartão apresentado com velocidade excessiva à zona de leitura da antena do Validador, impedindo o sucesso da comunicação;

- Falha do Validador que impossibilite a sua operação.

Para os cartões sem contato não válidos ou sem crédito, o Validador emitirá um sinal sonoro e manterá a catraca travada. O display gráfico apresentará mensagem sobre o motivo da recusa.

5.4.17.3 Processamento do Bloqueio Eletrônico

Quando um cartão está sendo processado, a leitora do validador ignora qualquer outro cartão que porventura também se aproxime da zona de leitura, até que o primeiro tenha sido afastado da referida zona.

No caso de aproximação simultânea de mais de um cartão, o validador deve selecionar apenas um deles para realizar o processamento, autorizando ou não a passagem, conforme a sua validade. O validador estará apto a processar um novo cartão somente quando o cartão inicialmente selecionado for afastado da zona de leitura e, caso autorizada a passagem, ter sido completado o giro da catraca.

Após o processamento do cartão válido, a autorização de passagem deve permanecer ativa (catraca destravada) até a passagem do usuário pela catraca. Esta autorização de passagem não pode ser cancelada por quaisquer outros motivos, inclusive por mudança do estado operacional.

5.4.17.4 Fluxo das Transações

Todas as transações realizadas pelo Validador Eletrônico são armazenadas em sua memória interna e transmitidas para o SGG quando o veículo é recolhido. As transações são então transmitidas do SGG para o Sistema Central localizado na SPTrans.

O Sistema Central recebe diariamente as transações efetuadas por todos os ônibus que prestam serviço na cidade. Neste sistema as transações são processadas de forma a se apropriar o número de passageiros.

O Sistema de Distribuição dispõe de diversos pontos de venda de créditos de viagens onde os usuários poderão recarregar seus cartões, quando necessário.

5.4.18 Cartões Operacionais

Estes cartões possibilitam a introdução de informações sobre a operação comercial realizada pelo ônibus na memória do validador. Assim é possível que o validador armazene os dados de viagens dos passageiros em sincronismo com as características do serviço que o veículo está prestando. Por exemplo, o ônibus transportou *N* passageiros na quinta viagem da linha *XXX*, da empresa *YYY*.

Estas configurações devem ser realizadas pelos agentes operacionais da empresa OPERADORA (cobrador, motorista, fiscal, etc.). Quando realizadas corretamente, permitem que importantes informações estatístico-operacionais (para controle e planejamento) sejam recuperadas pelo SGG quando os arquivos de serviço forem descarregados do Validador Eletrônico.

Esses cartões possuem codificação especial que identificada pelo Validador permite a sua configuração. Os cartões existentes e as configurações que realizam estão descritas a seguir:

5.4.18.1 Cartão de Identificação da Empresa / Garagem e Prefixo

Este cartão possibilita registrar na memória do Validador Eletrônico a identificação da empresa / garagem e o prefixo do veículo no qual está instalado. É utilizado somente quando o validador é instalado no veículo. Quando um validador é movimentado de um veículo para outro, por razões de manutenção por exemplo, há necessidade de reconfiguração.

5.4.18.2 Identificação da Linha

Este cartão registra na memória do validador o número da linha na qual o veículo irá operar. É utilizado diariamente, sempre que o veículo muda de rota de serviço.

5.4.18.3 Abertura e Fechamento de Serviço

Este cartão é utilizado para registrar na memória do Validador os horários de abertura e fechamento de cada serviço (início e final de operação comercial do ônibus).

5.4.18.4 Meia (1/2) Viagem

Informa ao Validador o sentido e horário de início e fim de cada 1/2 viagem, contabilizando os passageiros naquele período.

Ordem de inserção do cartão	Estado de Operação do Validador
1	Início da ½ viagem de ida (TP - TS)
2	Fim da ½ viagem de ida
3	Início da ½ viagem de volta (TS - TP)
4	Fim da ½ viagem de volta

TP = TERMINAL PRINCIPAL
TS= TERMINAL SECUNDÁRIO

Na 5ª inserção do cartão/cartão operacional, o Validador retorna ao estado "Início da ½ viagem de ida" (1), recomeçando o ciclo. As mensagens indicando o estado do Validador serão apresentadas no display, por alguns segundos, para orientação do operador.

Quando o Validador estiver programado nos estados "Fim da ½ viagem" (2 e 4), o bloqueio eletrônico também estará habilitado a processar os cartões dos usuários.

5.4.18.5 Cartão de Bordo

Cartão sem contato, utilizado para liberar a catraca e registrar em sua memória o número de passageiros que efetuaram o pagamento diretamente ao cobrador.

5.4.18.6 Teste

Informa ao validador que a partir daquele instante, todos os cartões estarão operando no modo teste e, portanto, não serão apropriados para remuneração.

Uma nova apresentação deste cartão encerra o estado de teste do validador, voltando este à operação normal.

Os operadores, bem como fiscais e pessoais das garagens, envolvidos na operação dos Bloqueios Eletrônicos, devem receber treinamento do FORNECEDOR para a correta utilização de todos os tipos de cartões operacionais.